



**Universidade do Minho**  
Escola de Engenharia

Pedro Nuno Pimenta de Carvalho

## **Implementação de um novo processo produtivo para reutilização de componentes**

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Engenharia Industrial

Ramo: Gestão Industrial

Trabalho realizado sob a orientação do

Professor Doutor Manuel José Lopes Nunes

Outubro de 2019



### **Despacho RT – 31 / 2019 – Anexo 3**

## **DIREITO DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS**

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras de boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

#### *Licença concedida aos utilizadores deste trabalho*



**Atribuição-NãoComercial-SemDerivações**  
**CC BY-NC-ND**

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



Implementação de um novo processo produtivo para reutilização de componentes

Por ti, para ti...SEMPRE!!!



## **AGRADECIMENTOS**

Sendo redutor na importância que eles têm na minha vida, em primeiro lugar agradeço aos meus pais o apoio e motivação dados desde o início deste projeto de dois anos, mas acima de tudo agradeço a paciência, compreensão e carinho que nunca me faltaram nos últimos anos na luta contra as adversidades.

Agradeço a todos os docentes do MEI os conhecimentos transmitidos.

Agradeço ao meu orientador, o Professor Manuel José Lopes Nunes, pelo apoio, flexibilidade e disponibilidade inextinguíveis ao longo dos últimos meses.

Agradeço aos meus colegas de equipa do END na Bosch Car Multimedia, em particular a dois deles: à Susana Silva, pelo carinho, amizade, compreensão, paciência e incentivo dados nos últimos anos e ao Pedro Bernardo pela flexibilidade e motivação que me deu ao longo, em especial, nestes últimos dois anos.

Agradeço ao meu mentor na Bosch, Jorge Santos, pelos conselhos, informação disponibilizada e suporte ao longo da dissertação.

Agradeço às pessoas que se cruzaram na minha vida nos últimos anos e de formas diferentes me tocaram. Em particular aos meus amigos Ângelo Araújo e Luís Pinto que, mais do que amigos, foram e são os “irmãos” que não tive, pela confiança que me dão todos os dias, pelo apoio que me deram e dão...por tudo!!!



**Despacho RT – 31 / 2019 – Anexo 4**

**DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE**

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.



## RESUMO

O presente projeto foi desenvolvido na Bosch Car Multimedia Portugal, em Braga, no âmbito da dissertação de Mestrado em Engenharia Industrial, na Universidade do Minho.

No âmbito do projeto *“Go for Profit”*, desenvolvido a nível mundial pela Bosch, cujo objetivo principal passa pela redução dos desperdícios nas áreas produtivas, a Bosch Car Multimedia Portugal decidiu instalar uma nova linha de produção para reutilização de componentes.

Neste contexto, o projeto desenvolvido, no âmbito desta dissertação de mestrado, teve como objetivo criar uma linha de produção económica, ajustada às necessidades e eficaz no seu objetivo. Com recurso às ferramentas *Lean*, das quais se destaca o P-FMEA, foi possível definir as melhores soluções técnicas e passos a executar na linha de reutilização de componentes.

Como complemento à componente técnica, e através da criação de mapas financeiros, realizou-se a análise ao investimento efetuado. Por outro lado, através da criação de cenários, foi possível simular diferentes condições a que a linha de reutilização de componentes pode estar sujeita.

A análise de resultados mostra que, não sendo possível eliminar na totalidade a rejeição existente da linha de produção do produto alvo deste projeto, a implementação da linha de reutilização de componentes provou-se eficaz e necessária para que a Bosch possa reduzir o prejuízo previsto de sete milhões para um milhão de euros, por ano, no futuro próximo. Com efeito, mesmo nas piores condições simuladas, a linha de reutilização de componentes mostrou-se viável desde o primeiro ano da sua implementação demonstrado pelo valor da Taxa Interna de Rentabilidade de 78%.

De realçar ainda que sendo a linha de reutilização de componentes um novo tipo de processo existente na empresa, e apesar do sucesso da sua instalação, o arranque das atividades de melhoria contínua e consequente atualização do P-FMEA, possibilitarão a sua otimização e aumento da capacidade produtiva.

## PALAVRAS-CHAVE

Análise de Investimento, mapas financeiros, P-FMEA, reutilização de componentes, Taxa Interna de Rentabilidade



## ABSTRACT

The present dissertation was developed on Bosch Car Multimedia Portugal, in Braga, within the scope of the Master Degree dissertation, at Universidade do Minho.

In the scope of the project *“Go for Profit”*, applied worldwide by the Bosch Group, which aims to reduce the waste, mainly, on the productive areas, Bosch Car Multimedia Portugal decided to implement a new production line to reuse componentes.

In this context, the developed project on the scope of this Master Degree dissertation, aims to create an economic, adjusted to his needs and effective production line. Using *Lean* tools, highlighting the *P-FMEA*, it was possible to define the suitable technical solutions for each steps that must be executed on the reusing components production line.

As a complement to the technical component and through the creation of financial statements, an analysis was made to the investment made. On the other hand, by creating scenarios, was possible to simulate different conditions that the reusing components production line may be subjected to.

The result analysis shows that, since is not possible to eliminate completely the rejection on the production line of the target product of this project, the implementation of the reusing components production line proved viable and needed to support Bosch decreasing the predicted loss from seven millions euros to one million euros, per year, on the near future. In fact, even in the worst simulated conditions, the reusing components production line proved viable since the first year after its implementation, demonstrated by the Internal Rate Return of 78%.

It should also be noted that, being the reusing components production line a new type of process in the company and, besides the success of his implementation, initiate the continuous improvement tasks and consequently update the *P-FMEA*, will enable its optimization and increased productive capacity.

## KEYWORDS

Internal Rate of Return, investment analysis, financial sheets, P-FMEA, reusing components



## ÍNDICE

Agradecimentos.....	iv
Resumo.....	vi
Abstract.....	vii
Índice de Tabelas .....	xii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos .....	xiii
1. Introdução .....	1
1.1 Enquadramento .....	1
1.2 Objetivos.....	3
1.3 Metodologia de investigação.....	3
1.4 Estrutura da dissertação.....	4
2. Revisão bibliográfica .....	7
2.1 <i>Toyota Production System</i> (TPS).....	7
2.2 <i>Lean Production</i> .....	11
2.2.1 Princípio <i>Lean</i> .....	12
2.2.2 Desperdício ( <i>Muda</i> ) .....	13
2.3 <i>Bosch Production System</i> .....	16
2.4 Ferramentas <i>Lean</i> utilizadas.....	19
2.4.4 Gestão Visual.....	22
2.5 <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA) .....	23
2.5.1 Conceito FMEA.....	23
2.5.2 Objetivos e metodologia.....	24
2.5.3 Vantagens do FMEA.....	24
2.5.4 Tipos de FMEA .....	25
2.6 Avaliação de Projetos .....	26
2.6.1 Análise de Custos .....	26
2.6.2 Análise SWOT .....	28
2.7 Projeto de Investimento.....	29
2.7.1 Definição de Projeto de Investimento .....	30





2.7.2	Classificação de Projetos de Investimento .....	30
2.7.3	Fases de desenvolvimento .....	31
2.7.4	Análise de Sensibilidade .....	31
3.	Apresentação da empresa .....	33
3.1	Grupo Bosch e a Bosch em Portugal .....	33
3.2	Bosch Car Multimedia Portugal S.A. ....	35
4.	Análise e diagnóstico da linha de produção do produto A.....	37
4.1	Descrição da linha de produção do produto A.....	37
4.2	Dados da linha de produção do produto A .....	40
5.	Análise e diagnóstico da linha de reutilização de componentes .....	43
5.1	Premissas do projeto.....	43
5.2	Objetivos do projeto.....	44
5.3	Descrição da linha de reutilização de componentes .....	44
5.4	Dados da linha de reutilização de componentes.....	45
5.5	Plano de Investimentos da linha de reutilização de componentes .....	46
5.6	Análise e diagnóstico da linha de reutilização de componentes.....	47
5.6.1	Premissas dos cálculos.....	47
5.6.2	Resultados e análise da linha de reutilização de componentes.....	48
6.	Conclusão .....	55
6.1	Contribuições do trabalho realizado .....	55
6.2	Limitações do trabalho realizado.....	55
6.3	Trabalho futuro .....	56
	Referências Bibliográficas .....	57
	Anexo I – Mapa de Fluxos Financeiros Do Cenário “Previsões” .....	60
	Anexo II – Mapa de Fluxos Financeiros Do Cenário “Real” .....	61
	Anexo III – Mapa de Fluxos Financeiros Do Cenário 1.....	62
	Anexo IV – Mapa de Fluxos Financeiros Do Cenário 2.....	63
	Anexo V – Mapa de Fluxos Financeiros Do Cenário 3 .....	64
	Anexo VI – Mapa de Fluxos Financeiros Do Cenário 4.....	65
	Anexo VII – Mapa de Fluxos Financeiros Do Cenário 5.....	66
	Anexo VIII – Mapa de Fluxos Financeiros Do Cenário 6.....	67



Anexo IX – Mapa de Fluxos Financeiros Do Cenário 7 .....	68
Anexo X – Mapa de Fluxos Financeiros Do Cenário 8 .....	69



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Casa do TPS (adaptado de Liker, 2004) .....	9
Figura 2 - Princípios do Lean Thinking.....	12
Figura 3 - Os 7 desperdícios (adaptado de Melton, 2005).....	14
Figura 4 - Lean Production segundo o Bosch Production System (Bosch, 2012) .....	17
Figura 5 - Sistema de gestão da Bosch (Bosch, 2012).....	17
Figura 6 - Os 4 pilares que orientam a Bosch (Bosch, 2015) .....	18
Figura 7 - Visão e princípios do BPS (adaptado Bosch, 2016).....	18
Figura 8 - Criar hábitos para as boas práticas segundo a metodologia Kaizen .....	19
Figura 9 - Melhoria contínua baseada no ciclo PDCA .....	20
Figura 10 - Tipos de métodos de prevenção (adaptado de Shingo, 1986) .....	21
Figura 11 - Principais tipos de FMEA.....	25
Figura 12 - Esquema da análise SWOT.....	29
Figura 13 - Números da Bosch em Portugal.....	33
Figura 14 - Áreas de negócio da Bosch em Portugal (Bosch, 2018) .....	34
Figura 15 - Marcas que representam o nome Bosch no mercado (Bosch, 2018) .....	35
Figura 16 - Principais produtos fabricados na Bosch Car Multimedia (Bosch, 2018) .....	35
Figura 17 - Mapa de clientes da Bosch Car Multimedia Portugal S.A.....	36
Figura 18 - Instalações da Bosch Car Multimedia (Bosch, 2018) .....	36
Figura 19 - Vista explodida do produto A, na variante 12".....	37
Figura 20 - Representação do Produto Final .....	40
Figura 21 - Análise SWOT à linha de reutilização de componentes .....	52



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Custo do produto ao longo do processo produtivo .....	41
Tabela 2 - Previsão da rejeição em função dos volumes a produzir .....	43
Tabela 3 - Dados base para a linha de reutilização de componentes.....	46
Tabela 4 - Lista de equipamentos e investimentos para a linha de reutilização de componentes.....	47
Tabela 5 - Premissas para cálculo dos mapas financeiros .....	48
Tabela 6 - Condições base para cada cenário estudado.....	50
Tabela 7 - Resumo dos resultados para os cenários analisados .....	51



## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

AOI – *Automatic Optical Inspection*

BPS – *Bosch Production System*

BCMP – Bosch Car Multimedia Portugal

CC – Custo de Capital

FCP – Fluxo de Caixa do Projeto

FMEA – *Failure Mode Effect and Analysis*

ICT – *In Circuit Test*

JIG – Dispositivo de fixação

JIT - *Just-In-Time*

LP – *Lean Production*

PCB - *Printed Circuit Board*

PRI – Período de Recuperação de Investimento

PT – Posto de Trabalho

SMED – *Single Minute Exchange of Die*

SPI – *Solder Paste Inspection*

SWOT – *Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*

TA – Taxa de atratividade

TC – Tempo de ciclo

TCT – *Target Cycle Time*

TIR – Taxa Interna de Rentabilidade

TPS – *Toyota Production System*

TT – *Takt Time*

VAL – Valor Atual Líquido

WIP – *Work-in-Process*



## 1. INTRODUÇÃO

A presente dissertação relata e documenta um projeto desenvolvido na Bosch Car Multimedia Portugal no âmbito do Mestrado em Engenharia Industrial, da Universidade do Minho.

Neste capítulo, apresentam-se o enquadramento da dissertação, objetivos gerais e específicos, e, por fim, a metodologia de investigação usada.

### 1.1 Enquadramento

Assiste-se na indústria automóvel ao esmagamento das margens de lucro por parte dos fabricantes de automóveis perante os seus fornecedores e como forma de contornar este desígnio, os fabricantes exigem cada vez mais inovação aos fornecedores. Ao mesmo tempo, os fabricantes esperam que os seus fornecedores mantenham os custos dentro de limites razoáveis, deixando-os sobre pressão excessiva em termos produtivos e de controlo de custos.

No mercado atual, os fornecedores vêm a sua performance financeira ser reduzida a margens cada vez mais pequenas, contrapondo com a qualidade e perspicácia como primeira fonte de fornecimento de soluções inovadoras para a indústria automóvel.

Os fornecedores, pressionados a reduzirem os seus custos de fabrico para permanecerem competitivos, são forçados a tomarem decisões, tais como:

- fusões com outras empresas;
- aquisição ou formação de “*joint ventures*” com outras empresas onde encontram o know-how em falta;
- Maior esforço nas atividades de “*sourcing*” para redução de custos e aumento da receita.

Todos estes aspetos são essenciais para que estas empresas se mantenham a trabalhar de forma eficiente e ativa junto dos fabricantes de automóveis, seus clientes.

O potenciamento de recursos é tão mais proveitoso quanto maior for a relação custo-benefício: “*The benefit-cost ratio may be defined as the ratio of the discounted benefits to the discounted costs of an investment with reference to the same point in time*” (Au & Au, 1992).

De um dos lados desta relação, e abordando especificamente o caso da indústria de manufatura, encontra-se a relação entre o custo e investimento que se caracteriza pelo montante investido pelas



empresas em meios e estratégias tecnológicas, operacionais e de preços. Por outro lado, é o mais difícil de determinar, encontra-se o benefício que é reflexo das ações e políticas de gestão da empresa que se traduzem em mais-valias para a empresa (Au & Au, 1992).

Para além dos fatores financeiros, as empresas, em toda a sua cadeia de valor, convivem num contexto de permanente evolução tecnológica: quanto mais versáteis, capazes e rápidas as empresas se adaptem a estas novas exigências, maior é a probabilidade de superar a concorrência. No entanto, estas variações, nomeadamente as que se traduzem pela variação na procura, são cada vez mais frequentes, exigindo maior capacidade de adaptação das pessoas e processos (Carvalho, 2003).

Porém, nenhuma empresa poderá afirmar que tem todos os seus processos e produtos isentos de desperdícios. Como tal, na Bosch Car Multimedia Portugal (BCMP) empresa diferenciada que atua no setor automóvel, sediada em Braga, e que se caracteriza pelo seu empreendedorismo e recursos humanos motivados e qualificados, foi implementado, em 2002, o *Bosch Production System* (BPS).

A BCMP recorreu ao conhecido sistema *Toyota Production System* (TPS) como base para a criação de um modelo de negócio capaz de gerar clientes satisfeitos recorrendo para tal a processos otimizados e automatizados, a baixo custo e sem desperdício(s). Fujio Cho, Presidente Honorário da *Toyota Motor Corporation*, define desperdício como “*tudo o que está para além da mínima quantidade de equipamento, materiais, peças espaço e mão-de-obra, estritamente essenciais para acrescentar valor ao produto*” (Suzaki, 1987).

Desde a fase inicial de conceção e desenvolvimento do produto até às operações de fabrico no processo produtivo terminando na expedição dos mesmos para os seus clientes, o BPS disponibiliza as ferramentas necessárias para que as tarefas sejam feitas de forma eficiente e produtiva: funcionários eficientes e comprometidos com os objetivos da empresa, taxas de utilização das máquinas e pessoas mais elevadas, processos eficientes, baixo nível de stock e baixa taxa de componentes/produtos rejeitados ou retrabalhados (Bosch, 2015).

Tendo como objetivo primordial a rentabilização dos seus recursos, em 2017 a BCMP assumiu uma política denominada “*Go for Profit*” que assenta essencialmente nos conceitos e ferramentas do *Lean Production* (LP). A implementação desta política permite a melhoria do fluxo produtivo e maximização na utilização dos seus recursos, focando-se na redução do desperdício e custos inerentes (Carvalho, 2010).

Perante uma taxa de rejeição de cerca de 4% no produto alvo desta investigação, a BCMP decidiu implementar uma nova linha para reutilização de componentes com o objetivo de diminuir o prejuízo



atual de 7 milhões de euros para cerca de 1 milhão de euros. O sucesso deste processo servirá de base para a criação de processos similares (Bosch, 2018).

## 1.2 Objetivos

O principal objetivo desta investigação consistiu num estudo de conceito, viabilidade e análise de investimento para implementação de um novo processo produtivo, que permita a reutilização de componentes de um produto da BCMP.

Os objetivos do trabalho de investigação realizado foram:

- Estudar o conceito de uma linha produtiva, de acordo com os padrões da BCMP, dos seus clientes internos e externos, com vista à reutilização de componentes;
- Procurar soluções técnicas para minimização dos custos associados;
- Suportar a implementação do processo produtivo.

De uma forma mais pormenorizada, os objetivos específicos desta investigação foram:

- Aplicar ferramentas da qualidade no estudo de conceito da linha de reutilização de componentes;
- Avaliar o projeto de investimento para implementação da linha de produção.

## 1.3 Metodologia de investigação

Dado que o objetivo principal consistiu no desenvolvimento de uma investigação estruturada, que abordasse todos os aspetos essenciais à compreensão dos temas em estudo, a estratégia escolhida para efetuar esta investigação foi a “Investigação-Ação” ou “*Action-Research*”. Esta estratégia de investigação, tipicamente aplicada em ambiente industrial, caracteriza-se pelo foco na resolução de problemas. Esta necessita do envolvimento de todos os membros da cadeia de valor da empresa, desde os operadores de linha até aos cargos com maior responsabilidade, apelando à sua flexibilidade (O'Brien, 1998).

Seguindo a ideologia de Susman (1983), esta estratégia dividiu-se em cinco fases, comuns a cada ciclo de investigação. Inicialmente, o problema/necessidade é identificado/a procedendo-se à recolha da informação necessária que permita fazer um diagnóstico sobre o assunto alvo da nossa análise. De seguida, reúnem-se várias propostas de solução para o problema/necessidade, sendo que, após análise, apenas um plano de ação é selecionado e implementado. Posteriormente, são recolhidos e analisados dados relativos à intervenção realizada: estes dados permitem interpretar o impacto das ações implementadas no problema/necessidade alvo do estudo. Por fim, após análise dos resultados obtidos,





inicia-se um novo ciclo, sendo este repetido de uma forma iterativa e quantas vezes seja necessário até o problema/necessidade se encontrar solucionado.

Relacionando a teoria com o trabalho realizado, a presente investigação iniciou-se com a recolha da informação sobre o estado atual do assunto alvo de estudo. Por pesquisa e análise bibliográfica, artigos científicos e dissertações, bem como análise de resultados, parciais, já recolhidos dos estudos realizados pela BCMP, foi possível compreender a relevância do problema/necessidade para a empresa. Tendo como propósito o reforço da consistência dos dados e dos estudos previamente realizados durante a fase de estudo de conceito para implementação do processo produtivo, realizaram-se observações na produção que permitiram medir e analisar como decorreu a implementação do novo processo produtivo. Desta forma, com recurso às ferramentas *Lean*, foi possível realizar a devida análise e avaliação de todo o processo.

## **1.4 Estrutura da dissertação**

A presente dissertação foi estruturada em 6 capítulos, e seus subcapítulos, e uma secção reservada a Anexos.

No primeiro capítulo, denominado de Introdução, é introduzido o projeto elaborado. Inicia-se com o enquadramento do tema abordado, em seguida enunciam-se os objetivos, gerais e específicos, propostos, a escolha e definição da metodologia de investigação adotada e por fim a estrutura da presente dissertação.

No capítulo 2 são apresentados os conteúdos teóricos que sustentam o estudo feito, na forma de revisão bibliográfica. Ao longo da revisão bibliográfica são abordados diversos temas com destaque para o *Lean Production*, o *Failure Mode and Effect Analysis*, vulgarmente chamado de FMEA, a Avaliação de Projetos e Projetos de Investimentos.

No capítulo seguinte apresenta-se a empresa onde foi feita esta dissertação, dando-se uma visão geral da Bosch a nível mundial, quais os setores onde atua em Portugal, e, mais em detalhe, da BCMP onde são mostrados os principais produtos desenvolvidos e produzidos.

No capítulo 4 é abordado o produto alvo desta dissertação. Começasse por descrever o processo produtivo que lhe dá origem e em seguida os dados produtivos das 7 linhas de produção onde este é fabricado e que serviram de ponto de partida aos cálculos efetuados.

Por seu lado, no capítulo 5, é apresentada a linha de produção criada pela empresa para a reutilização de componentes. Começasse por apresentar as premissas e objetivos para a criação da linha, passando em seguida para a descrição das etapas que o constituem, quais os dados que a sustentam em termos



produtivos e qual o investimento realizado para a sua instalação terminando com a apresentação e análise dos resultados obtidos.

Para terminar, no capítulo 6 são avaliados os resultados obtidos, quais as limitações enfrentadas ao longo do trabalho e as oportunidades de melhoria.

Nos Anexos podem-se consultar os Mapas Financeiros usados para estudo dos diversos cenários criados para estudo do investimento.





## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo apresenta-se uma revisão bibliográfica dos conceitos abordados ao longo da dissertação. Inicialmente foi abordado o *Toyota Production System* (TPS), referindo as origens, ideologia e conceitos que lhe deram origem. De seguida, expõe-se como surgiu a *Lean Production* (LP), com destaque para os seus princípios e desperdícios. Posteriormente, descrevem-se e explicitam-se algumas das ferramentas *Lean* usadas ao longo da dissertação. Associado ao TPS, enquadra-se o BPS, onde se evidencia as suas virtudes e como o mesmo foi adaptado às necessidades da BCMP.

De seguida apresenta-se um resumo dos conceitos financeiros usados ao longo da dissertação. Relativamente à avaliação de investimentos, foram abordados os conceitos de análise de custos e a análise *Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats* (SWOT).

Relacionado com os projetos de investimento destacam-se a classificação dos tipos de projetos de investimento, quais as fases de desenvolvimento que os compõem e uma reflexão sobre a análise de sensibilidade que permite averiguar quais as variáveis de um projeto que mais o poderão afetar.

### 2.1 *Toyota Production System* (TPS)

O TPS é um sistema de produção, com origem no Japão após a Segunda Guerra Mundial, que surge como alternativa à produção em massa: o expoente máximo desta nova vertente produtiva é a Toyota, que assim encontrou resposta para a corrente, comumente designada de Fordismo (Liker, Jeffrey & Lamb, 2000).

Fundada em 1894 por Sakichi Toyoda, a sua empresa começou por produzir teares manuais, económicos e eficientes, apostado na sua automatização em 1926, quando fundou a *Toyota Automatic Loom Works*. Perante o sucesso da sua aposta, pouco tempo depois, Toyoda enviou o seu filho a Inglaterra para que este negociasse a venda da patente a uma empresa inglesa. Objetivo alcançado, com o dinheiro ganho da venda da empresa, Kiichiro Toyoda criou a *Toyota Motor Company* em 1930 (Liker & Jeffrey, 2004). Até a sua implementação no mercado estar concluída, os veículos produzidos nos primeiros anos apresentavam uma qualidade inferior comparando com os veículos produzidos por empresas norte-americanas e europeias, há muito implementadas no mercado.

Sabendo que o mercado japonês era significativamente mais pequeno e com estilos de procura diversificados, Sakichi Toyoda decidiu visitar dois dos maiores produtores de automóveis, a Ford e a *General Motors*. Baseado na premissa da procura diversificada, a aposta num sistema puramente de



produção em massa tornou-se inviável por este se basear numa gama de produtos pequena que permitem produzir grandes quantidades. Assim, Eji Toyoda, presidente da Toyota, nomeou Taiichi Ohno, gestor da empresa, responsável por modificar e equiparar os processos produtivos da Toyota aos das empresas americanas com o objetivo de atingir o mesmo nível de produtividade.

Tendo o mercado japonês certas especificidades que não eram visíveis nos mercados americano e europeu, a Toyota necessitou de adaptar a sua produção para competir com os principais líderes da indústria automóvel, passando a produzir menores quantidades de diferentes modelos (Holweg, 2007). Usando como base o sistema da Ford, Taiichi Ohno, apoiado por Shigeo Shingo, adaptou o processo produtivo da Toyota para padrões de qualidade mais elevados, com um custo e *lead time* reduzidos e maior flexibilidade possível, dando desta forma origem ao TPS (Carvalho, 2010; Liker & Jeffrey, 2004; Womack, Jones, & Roos, 1991).

Nos anos seguintes, Ohno desenvolveu e melhorou as ferramentas e metodologias que se viriam a tornar essenciais para o TPS atual, como por exemplo: nivelamento da produção, *Jidoka*, sistema *Kanban* para a produção *just-in-time* (JIT), *Single Minute Change of Die* (SMED), *standardized work*, atividades de melhoria contínua, etc. (S. Obara & D. Wilburn, 2012).

Os dois pilares essenciais do TPS são: *Jidoka*, idealizado e concebido por Sakichi Toyoda e o *Just-in-Time* (JIT). Pensado por Kiichiro Toyoda (Obara & Wilburn, 2012), o TPS é representado simbolicamente por uma casa (Figura 1), onde todos os elementos que a constituem têm de ser preservados para que os seus princípios sejam cumpridos e os objetivos alcançados (Liker & Morgan, 2006; Liker & Lamb, 2000).

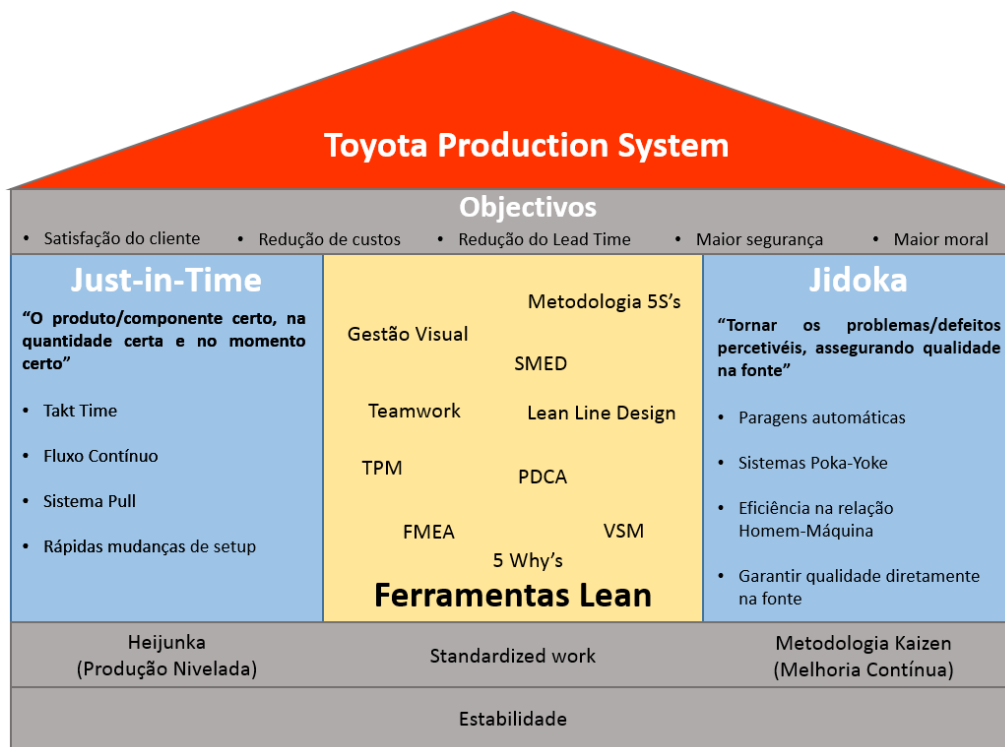


Figura 1 - Casa do TPS (adaptado de Liker, 2004)

Assente numa base forte, o TPS baseia o seu *"modus operandi"* em três técnicas:

- *Heijunka*

Palavra de origem japonesa, traduz-se num sistema produtivo mais suave, comumente conhecido de Produção Nivelada. Através da aplicação do sistema *Pull*, um dos alicerces do TPS, o recurso a uma produção deste tipo promove a estabilidade das quantidades a produzir respondendo às variações da procura, que por consequência favorecem o fluxo contínuo da produção (Hutchins, 2008; Monden, 2011; Womack et al., 1991).

- *Standardized Work*

O Trabalho Normalizado é uma ferramenta que promove o trabalho organizado. Garantindo que todos os processos são executados na sequência correta, eliminam-se todas as atividades que não acrescentem valor, potenciando o desempenho do processo.

O Trabalho Normalizado, importante no processo de melhoria contínua, promove processos estáveis que facilitam a deteção de desvios e qual a sua causa raiz e, ainda, a realização das melhorias necessárias (Gao & Low, 2014; Spear & Bowen, 1999).



- **Metodologia Kaizen**

Palavra japonesa que significa melhoria contínua. Esta caracteriza-se pela busca da criação de valor, eliminando os desperdícios, da criação de *standards* e da otimização dos processos (Melton, 2005). O envolvimento de todos os colaboradores da empresa é essencial para o sucesso desta metodologia (Liker, 2004), sendo o processo despoletado através da criação de uma equipa de trabalho multidisciplinar que identifica e implementa as melhorias, sem necessidade de investimentos avultados.

Estas três técnicas criam e promovem a estabilidade das atividades executadas, suportam a melhoria contínua dos processos e produtos e, em último grau, o desenvolvimento da empresa.

Sustentando os ideais do TPS, surgem dois pilares que permitem alcançar eficazmente os objetivos descritos na Figura 1: *Just-In-Time* (JIT) e *Jidoka*.

- *Just-In-Time*

Produzir na quantidade certa, no momento certo e na qualidade certa são elementos chave para o sucesso das empresas. Baseado neste paradigma, o JIT assenta num método produtivo denominado *Sistema Pull* que se caracteriza por reagir apenas quando as encomendas por parte dos clientes são lançadas, reduzindo, ou quase eliminando, inventários desde o início até ao fim do ciclo produtivo. Esta reação é despoletada tendo em conta o *Takt Time* (TT) e o fluxo contínuo com vista à redução/eliminação do(s) desperdício(s) (Gong, Wang & Lai, 2009).

- *Jidoka*

Representa a capacidade/habilidade do processo, em particular da máquina, de detetar um ou vários defeitos que possam existir, evitando que prossigam para o passo seguinte do processo produtivo. Também conhecido por *Autonation*, o seu objetivo passa pela criação de processos produtivos capazes de detetar defeitos ou desvios, tendo a habilidade de parar automaticamente evitando danos de maior dimensão: desta forma elimina-se necessidade de se recorrer a trabalhadores para controlar as máquinas, inspecionar material defeituoso ou até mesmo efetuar retrabalhos (Gao & Low, 2014; Monden, 2011).

Por fim, no interior da casa do TPS, encontram-se as ferramentas *Lean* passíveis de serem usadas para que os objetivos delineados sejam alcançados com sucesso.



## 2.2 *Lean Production*

Os conceitos que serviram de base à Toyota e a transformaram de uma empresa quase em falência numa empresa líder do mercado automóvel, deram origem, a partir do lançamento do livro *The Machine That Changed The World*, ao que hoje se conhece como *Lean Production* (LP) e também a um conjunto de conceitos que se generalizaram pela indústria à escala mundial (Carvalho, 2010).

Combinando as potencialidades da produção artesanal com as da produção em massa, segundo Womack, Jones, & Roos (1991), o LP une o melhor dos dois tipos de produção evitando os custos mais elevados da primeira, com a rigidez de processos e baixa variedade de produtos associado à segunda. Por seu lado, segundo Liker & Meier (2006), o LP define-se pelo tempo que é reduzido entre o momento em que o cliente efetua a encomenda e o tempo em que a esta é entregue, através da eliminação das atividades que não acrescentam valor ao produto. Como resultado desta política, os produtos entregues são de elevada qualidade, produzidos a um menor custo e no tempo exigido pelo cliente.

Com outro ponto de vista, Womack & Jones (1991) e Melton (2005) afirmam que os ganhos obtidos através do LP são a melhoria da produtividade, diminuição do *lead time*, menores custos e desperdícios, menor esforço, menor número de acidentes para os trabalhadores, bem como a sua flexibilização, otimização de espaço, processos mais robustos, cadeias de fluxo de valor mais explícitas e ajustadas às necessidades dos clientes e por fim melhoria na compreensão dos processos.

Considerado como uma ferramenta que potencia e ajuda as empresas a obterem vantagem competitiva no mercado, segundo Dombrowski & Mielke (2013) e Worley & Doolen (2006) existem três fatores determinantes para o sucesso da implementação do LP:

- Envolvência de todos, incluindo as chefias de topo, como fator extra de empenho e motivação para os restantes trabalhadores;
- Boa comunicação antes, durante e após a implementação das atividades de melhoria contínua;
- Informação disponível deve ser explícita e permanentemente acessível.





### 2.2.1 Princípio *Lean*

Devido às dificuldades encontradas durante a implementação do LP, Wormack e Jones criaram 5 princípios (Figura 2) que, de uma forma simplificada, qualquer empresa poderá seguir na implementação do LP:

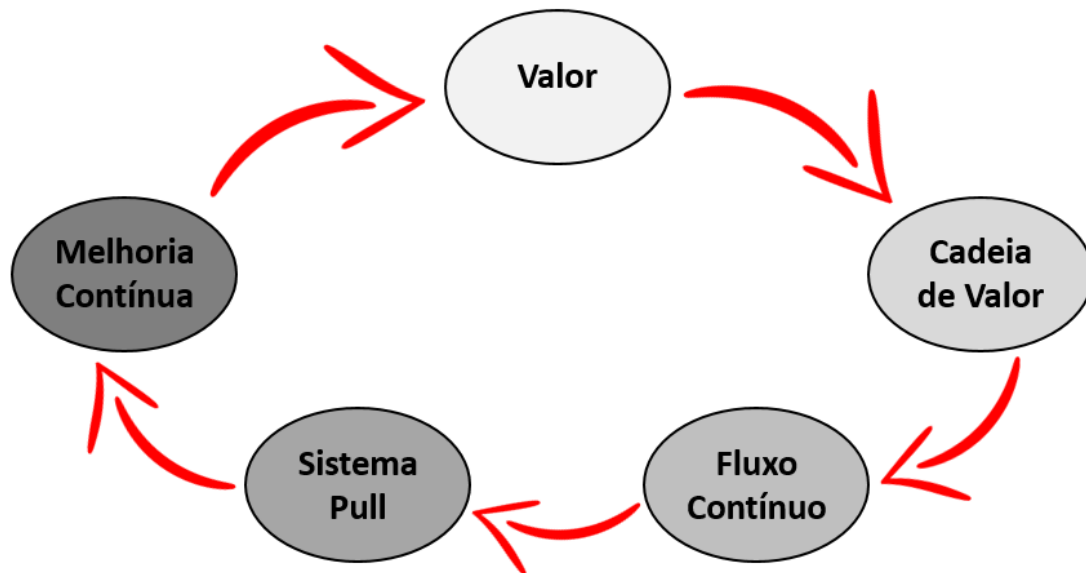


Figura 2 - Princípios do *Lean Thinking*

#### **I. Valor**

Ponto de partida essencial onde se determina o que representa valor no produto. Este valor é transmitido pelo cliente através das especificações e características que o mesmo pretende e está disponível a pagar (Womack et al., 1991).

#### **II. Cadeia de Valor**

Representa o conjunto de ações, mínimas e necessárias, que permitem criar o produto. Existem três tipos de ações (Womack et al., 1991):

- As ações que realmente acrescentam valor na execução do produto;
- As ações que, apesar de não acrescentarem valor, são necessárias para o produto;
- As ações que não acrescentam qualquer tipo de valor, designadas de desperdícios, e que devem ser eliminadas.



### III. Fluxo Contínuo

Identificado o que realmente acrescenta valor ao produto, materializa-se essa intenção com a criação de um fluxo que permita efetuar as atividades necessárias sem desperdícios. Com o objetivo de tornar este fluxo contínuo, a ligação entre os diversos processos, desde a matéria-prima até ao produto acabado deverá ser evidente, eficiente e fluida de forma a expor os potenciais desperdícios existentes (Obara & Wilburn, 2012; Womack et al., 1991).

### IV. Sistema *Pull*

Diretamente ligado ao JIT, o Sistema *Pull* beneficia o descongestionamento do fluxo produtivo reduzindo os *stocks* intermédios e de produto acabado, pois é o cliente que puxa a produção. Assim, cumpre-se da melhor forma o intento do cliente, preconizado pelo JIT “*o produto certo, na quantidade certa e no momento certo*” (Womack et al., 1991).

### V. Melhoria Contínua

A procura por soluções para os problemas que vão surgindo, assim como a eliminação dos desperdícios daí decorrentes, deverá ser uma atitude ativa em todos os colaboradores da empresa. Se todos forem críticos no seu pensamento, mais *mudas* serão descobertos e eliminados atempadamente, tornando esta ferramenta ainda mais poderosa (Womack et al., 1991).

#### 2.2.2 Desperdício (*Muda*)

Conhecidos os princípios do *Lean Thinking* e o conceito de valor, a deteção de desperdícios torna-se mais simples e ágil. *Muda*, palavra japonesa que significa desperdício, citado por Suzaki (2010), Fujio Cho, da Toyota, define-se como “*tudo o que está para além da mínima quantidade de equipamento, materiais, peças, espaço e mão-de-obra estritamente necessários para acrescentar valor ao produto*”.

Esta análise deve ser permanente, começando no momento em que o cliente coloca a encomenda, até que o produto lhe é entregue, reduzindo-se o *Lead Time* através da eliminação das atividades que não acrescentam valor.

Segundo Suzaki (2010), as tarefas que não acrescentam valor e aumentam o custo do produto representam cerca de 95% do tempo do operador. Isto deve-se à tendência das empresas em se focarem apenas nas ações de melhoria dos seus processos e não na eliminação dos desperdícios.

Para além disso, segundo Suzaki (2010), quando quantificado o tempo do material em curso de fabrico, em mais de 95% deste tempo, este encontra-se em armazém à espera de ser transportado, processado ou inspecionado: no caso destes produtos não estarem conformes, poder-se-á dar o caso de uma



máquina estar a produzir produtos desnecessários ou até mesmo defeituosos, podendo originar avarias ou necessidade de manutenção.

Segundo Melton (2005), podem ser consideradas duas tipos de atividades de valor não acrescentado: 35% do tempo é gasto em atividades que, apesar de não acrescentarem valor diretamente ao produto, são necessárias, como por exemplo as atividades ligadas às equipas de Qualidade e Recursos Humanos; por outro lado, cerca de 65% do tempo constitui desperdício total.

De acordo com a revisão bibliográfica realizada, os 7 desperdícios identificados estão representados na Figura 3.



Figura 3 - Os 7 desperdícios (adaptado de Melton, 2005)

#### **a) Sobreprodução (*Overprocessing*)**

Corresponde a todo o produto produzido para lá das necessidades do mercado, podendo este desperdício ser considerado o pior dos desperdícios (Suzaki, 2010). No caso excecional do mercado estar em ascensão, este desperdício não existe. No entanto, quando a procura abranda novamente, as empresas colocam-se numa posição delicada devido a diversos fatores:

- Produto com defeitos;
- Espaço adicional para acondicionar o stock excedente;
- Máquinas adicionais;
- Burocracia e custos adicionais;
- Mão-de-obra adicional.



### **b) Espera (*Waiting*)**

A espera é um desperdício associado, em muitos casos, a operadores que estão afetos a máquinas ou estão parados à espera que o processo anterior ou seguinte lhes permite continuar a laborar. Avarias de equipamentos, falta de material ou má comunicação das necessidades para aquela máquina, bem como tempos de mudança de *setup* podem ser algumas das situações que contribuem para deficiências no fluxo produtivo e consequente aumento do *Lead Time*.

### **c) Transportes (*Transport*)**

Segundo Apreutesei, Suciu & Arvinte (2010), o transporte é um desperdício necessário. No entanto, deve ser reduzido para o mínimo otimizando/diminuindo as distâncias a percorrer pelos produtos. Assim, reduz-se o manuseamento em excesso muitas vezes causador de danos aos produtos. No fluxo produtivo, uma má definição do *layout* ou falta de organização dos postos de trabalho poderá causar também este desperdício.

### **d) Sobre processamento (*Over-production*)**

A ausência de *standards* produtivos, ou falhas nos mesmos, e a falta de formação dos operadores, aliada à utilização incorreta dos equipamentos, resulta em sobre processamento. A montante, falhas no design do produto podem levar a operações desnecessárias, ou a jusante, com processos ineficientes que requerem à posteriori operações de montagem desnecessárias, são alguns exemplos deste tipo de desperdício.

### **e) Inventário (*Inventory*)**

Muitas vezes associado a defeitos ou avarias nos equipamentos, a criação de inventário surge da necessidade de se prevenir atrasos nas entregas de produtos aos clientes. A criação de quantidades desnecessárias de stock geram custos adicionais associados à compra de matéria-prima, espaço, manuseamento, burocracia, entre outros (Suzaki, 2010). Este tipo de política disfarça outros problemas existentes porque a existência de material encobre as reais necessidades e desperdícios da empresa. Para além disso, a compra de matéria-prima em excesso pode causar deterioração da mesma ou até mesmo, no pior cenário, a sua inutilização (Pinto, 2009).

### **f) Movimentações (*Movement*)**

Normalmente associado às movimentações dentro das áreas produtiva e logística, todos os movimentos que não acrescentem valor, devem ser eliminados. Muitas vezes associados a deficiências no *layout*,



falhas na descrição da sequência do trabalho e atividades que originam perdas de tempo na procura de ferramentas ou materiais necessárias à execução das suas tarefas. A Gestão Visual, preconizada pela Casa do TPS, é uma ajuda válida para o solucionar deste desperdício (Melton, 2005).

### **g) Defeitos (*Defects*)**

Normalmente, decorrente do processo produtivo, este desperdício pode originar retrabalhos, ou no pior caso, sucata, se causarem danos irreparáveis no produto (Melton, 2005). Segundo Suzuki (2010), defeitos que ocorram durante o processo de montagem, originam necessidades extra de desmontagem, correção do erro, caso seja possível, e consequentemente nova montagem. Desta forma surge a necessidade de os planeamentos terem de ser reajustados para que suportem este e outros tipos de perdas de tempo. Segundo Melton (2005), a ocorrência destes defeitos pode ser sintoma de:

- Processos qualitativamente fracos;
- Falta de formação dos operadores;
- Uso incorreto das ferramentas.

Além do ocorrido durante o processo produtivo, todos os defeitos encontrados no cliente terão igualmente impacto na área produtiva pelas necessidades de trabalho suplementar para correção de erros, bem como da imagem da empresa junto do cliente (Liker & Meier, 2006).

Além destes 7 defeitos, alguns autores sugerem a existência de um oitavo desperdício. Segundo Liker (2004) e Ortiz (2006), o descrédito dado pelas empresas sobre a capacidade dos seus operadores causa custos e desperdícios associados à sua falta de motivação, devido à sua não envolvimento, originando perdas de tempo, ideias e oportunidades de melhoria.

## **2.3 *Bosch Production System***

Desenvolvido com base no TPS, o BPS surgiu em 2002 da necessária adaptação às mudanças do mercado, onde eram exigidas entregas em prazos cada vez mais apertados, produtos cada vez mais personalizados com a máxima qualidade e menor preço. Em resposta a estas variações, a empresa decidiu reduzir o tempo de produção e manter a qualidade e os preços competitivos.

Com o objetivo de desenvolver processos ainda mais capazes e procedimentos que promovessem a constante redução dos desperdícios, a *Bosch* criou o *Bosch Production System* segundo os princípios ilustrados na Figura 4.

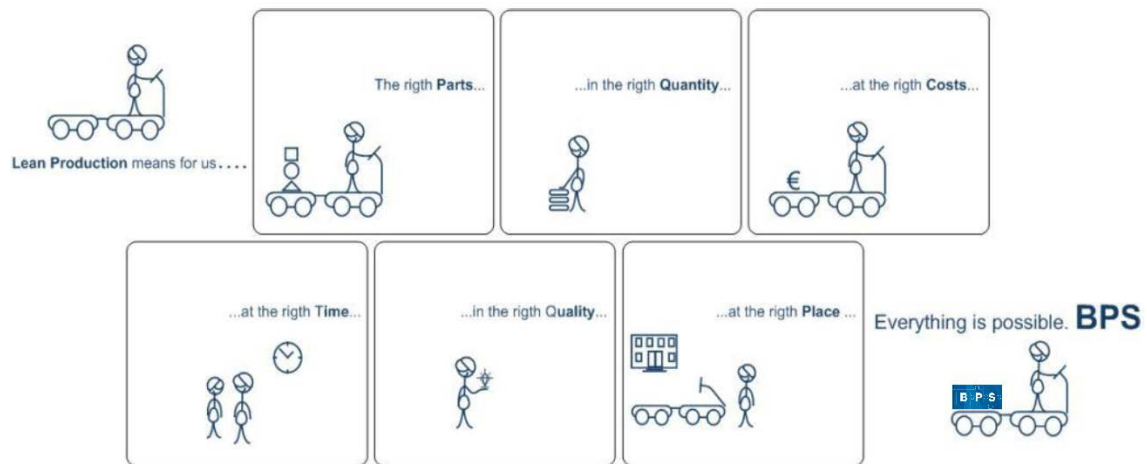


Figura 4 - *Lean Production* segundo o *Bosch Production System* (Bosch, 2012)

Como um dos 3 vértices do sistema de gestão da *Bosch* (Figura 5), o BPS, através de diversos processos de agregação de valor, desde a fase de concepção e desenvolvimento do produto até à sua entrega ao cliente, permitiu à *Bosch* criar uma sistemática orientada à sua política de gestão de sucesso.

#### Bosch Business System

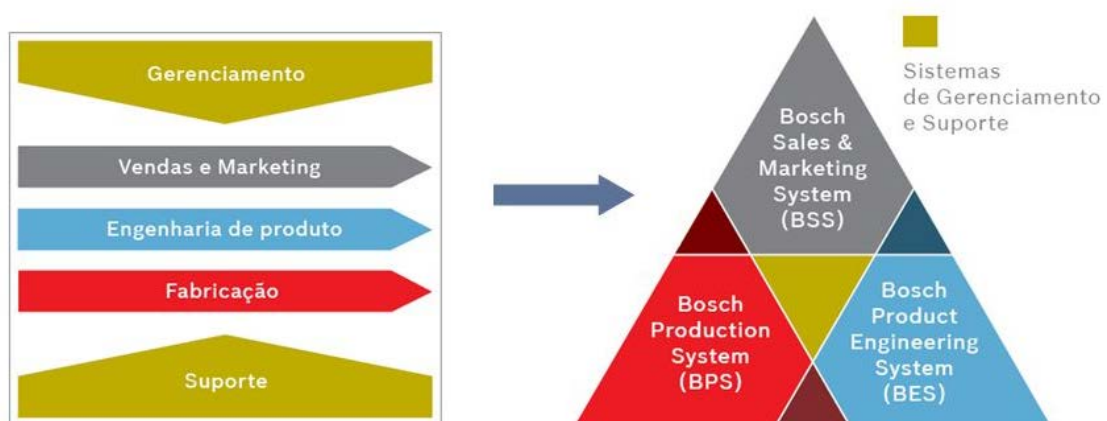


Figura 5 - Sistema de gestão da Bosch (Bosch, 2012)

O BPS, através da sua visão global, torna possível avaliar toda a cadeia de valor desde o fornecedor até ao momento da entrega do produto ao cliente. Agregando o valor dos fornecedores ao da produção e dos clientes, e eliminando barreiras desnecessárias ao melhor funcionamento do processo de industrialização, a implementação do BPS mostra-se benéfica desde as fases iniciais do ciclo de vida. Esta ferramenta assenta em 4 pilares (Figura 6).



Figura 6 - Os 4 pilares que orientam a Bosch (Bosch, 2015)

Com esta orientação sempre presente, a BCMP definiu os 8 princípios (Figura 7) que regem esta política de interação, que promove tanto a satisfação do seu cliente como a dos seus colaboradores, atingindo desta forma o sucesso empresarial que pretende (Bosch, 2015).

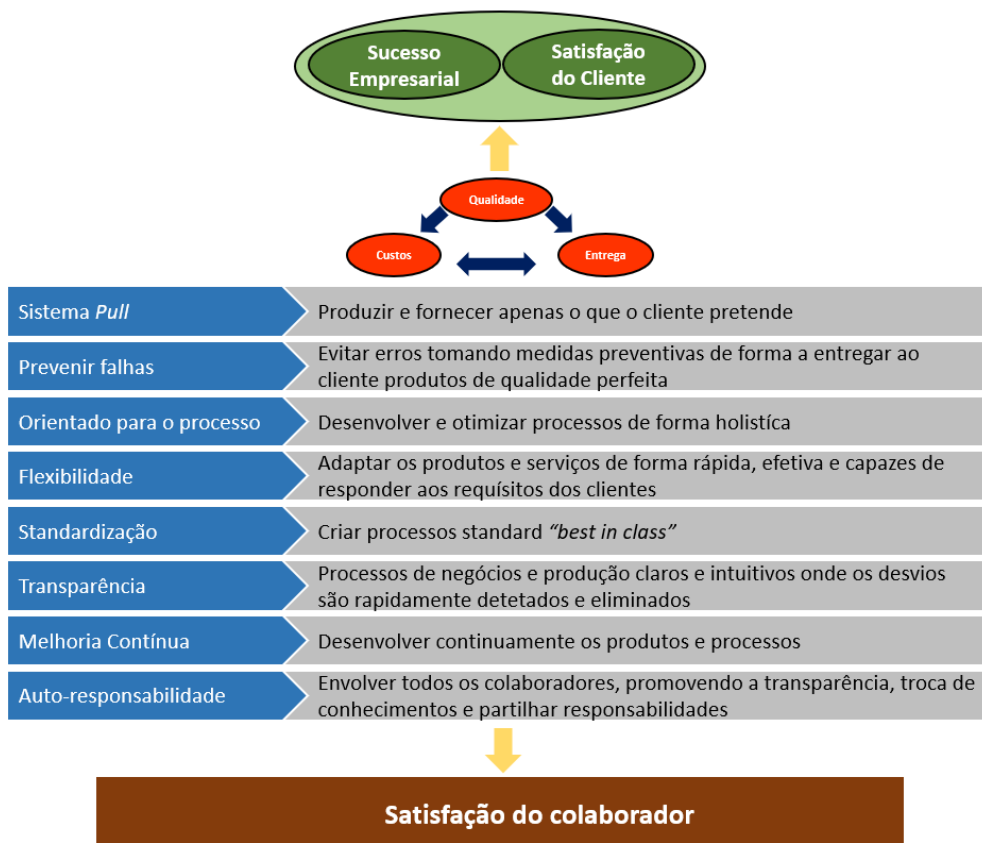


Figura 7 - Visão e princípios do BPS (adaptado Bosch, 2016)

O BPS, à semelhança do TPS, coloca o foco na eliminação dos desperdícios associados aos seus processos e procedimentos, recorrendo a diversas ferramentas para o conseguir.



## 2.4 Ferramentas *Lean* utilizadas

O LP encontra-se focado numa abordagem multidimensional e multidisciplinar. Através do seu sistema integrado, engloba uma ampla variedade de práticas de gestão e ferramentas que permitem otimizar e potenciar os recursos existentes na empresa.

As ferramentas do LP trabalham de forma sinérgica permitindo criar um sistema eficiente e capaz de produzir produtos de elevada qualidade, ao ritmo pretendido pelo cliente, idealmente com a menor quantidade de desperdício possível (Suzaki, 2010). Nas secções seguintes, descrevem-se as principais ferramentas LP utilizadas nesta dissertação.

### 2.4.1 *Kaizen*

*Kaizen*, palavra japonesa que significa “boa mudança”, é normalmente considerada como a forma mais eficaz no processo de melhoria contínua do desempenho e qualidade das empresas, sendo fator decisivo na eliminação dos desperdícios e otimização dos processos (Pinto, 2009). Os procedimentos e abordagens criados pelos intervenientes no processo devem ser questionados nas suas três vertentes (Figura 8): conhecimento, saber fazer e desejo.

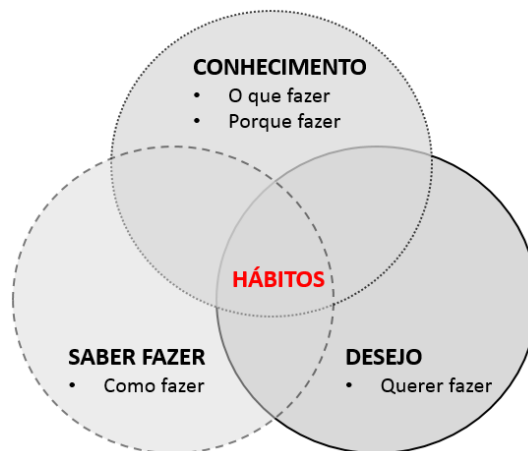


Figura 8 - Criar hábitos para as boas práticas segundo a metodologia Kaizen

Segundo Pinto (2009), esta metodologia apela à pró-atividade dos envolvidos na eliminação dos procedimentos e das abordagens ineficazes e na eliminação dos desperdícios, gerando a necessidade de implementação de novas medidas de melhoria, sem necessidade de se recorrer a investimentos avultados.

O conceito de melhoria contínua regularmente utilizado pelas empresas assenta essencialmente em duas ferramentas:





- **Ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*)**

O ciclo PDCA, também denominado de Ciclo de Deming, é uma metodologia de melhoria contínua que se foca na resolução dos problemas de forma sistemática e iterativa até que a perfeição seja atingida. O processo de melhoria contínua contempla 4 passos, por esta ordem: *Plan* (Planejar), *Do* (Fazer) e *Check* (Verificar) e *Act* (Atuar) (Figura 9).

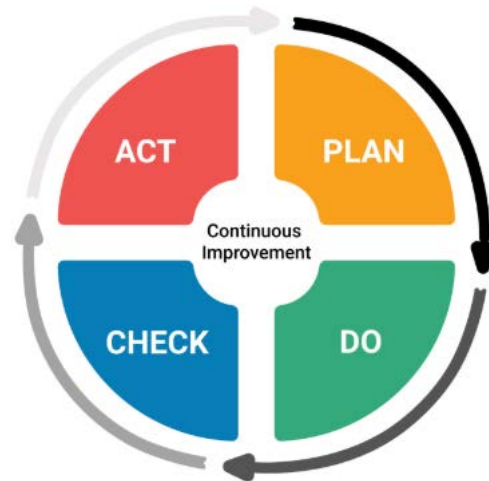


Figura 9 - Melhoria contínua baseada no ciclo PDCA

O processo inicia-se com o planeamento (*Plan*) das ações a implementar sendo igualmente definidos quais os objetivos e metas a serem alcançados no final de cada iteração do ciclo. De seguida, as ações são implementadas de acordo com o planeado (*Do*). Como prova de eficácia das ações, são recolhidos os resultados (*Check*) e posteriormente comparados com as metas inicialmente definidas. Por fim, a equipa de trabalho é novamente reunida para análise dos resultados obtidos (*Act*) e estudo de novas ações, caso necessário, para corrigir os erros ainda existentes (Bell, 2005).

- **5 *Why's***

Segundo Melton (2005), encontrar e eliminar a causa raiz do problema é muito mais eficaz que apenas tratar do sintoma que o originou, pois desta forma previne-se a sua reincidência. Esta metodologia, simples e eficaz, deve ser efetuada por grupos com mais de 3 elementos, pois a sua base é a subjetividade de cada membro interveniente neste método.

#### 2.4.2 *Poka-Yoke*

Poka-Yoke é uma palavra de origem japonesa que significa “sistema à prova de erro”. Tem como principal objetivo impedir a ocorrência de falhas durante uma determinada etapa do processo.



Este é um mecanismo, aparelho ou processo criado de forma a se atingir o objetivo “zero defeitos”, que permite, em muitas ocasiões, prevenir/eliminar controles de qualidade em passos posteriores do processo (Grout & Toussaint, 2010).

Esta ferramenta, introduzida por Shingo. (1986), permite que, através de mecanismos de manuseamento ou montagem, se garanta que determinada etapa do processo seja executada de uma forma correta.

Assim, os sistemas *Poka-Yoke* são úteis na detecção de problemas na fonte, poupando-se dinheiro e eliminando-se quebras de valor ao longo da cadeia de valor do produto, em virtude do tempo despendido para a resolução dos problemas (Liker & Meier, 2006).

Os sistemas *Poka-Yoke* podem ser utilizados de duas formas: como sistemas de controlo/prevenção onde, caso seja detetada alguma não-conformidade, o processo é interrompido e permite a correção do problema; ou como sistemas de alerta, através de sistemas sonoros ou luminosos que avisam o operador para a existência de um problema. No entanto, esta última variante pode passar despercebida ou até mesmo ser ignorada pelo operador, sendo sempre mais eficaz o método de controlo preventivo (Pinto, 2009).

O método preventivo dos sistemas *Poka-Yoke* pode ser de três tipos: controlo, paragem ou fatores humanos (Shingo, 1986) (Figura 10).

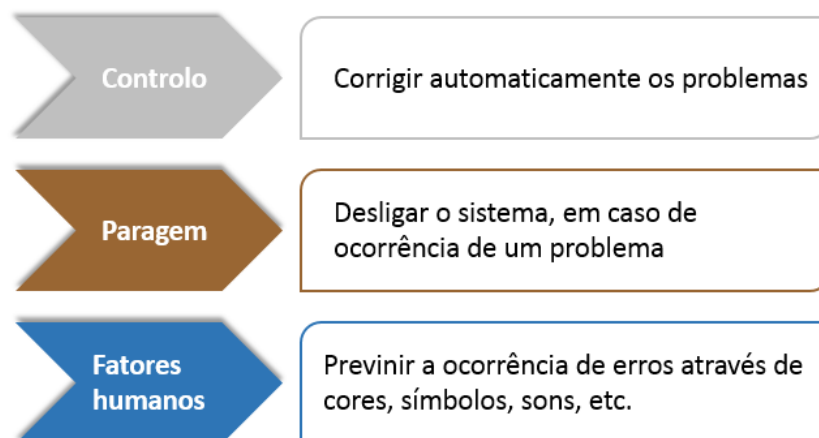


Figura 10 - Tipos de métodos de prevenção (adaptado de Shingo, 1986)

Tal como acontece no *Kaizen*, para melhor aproveitamento, eficácia e fiabilidade dos sistemas *Poka-Yoke* é importante observar e envolver as pessoas que executam o conteúdo de determinado trabalho (Van Scyoc, 2008).



### 2.4.3 *Standardized Work*

Segundo Suzaki (2010), “sem standards, o potencial de melhoria fica muito limitado”. Quanto mais e melhor estiverem definidos os passos do processo, menos caótico e confuso este será, e a detecção de não conformidades que afetam e reduzem a rendimento do processo é facilitada. Além disso, assegurando-se a correta definição dos processos, assegura-se que, qualquer que seja o operador a executar as tarefas, estas são sempre executadas da mesma forma reduzindo a imprevisibilidade, os desvios ao padrão e os custos (Pinto, 2009).

Considerado como um dos fatores chave para o sucesso da melhoria contínua dos processos, o *Standardized Work* baseia-se em documentos escritos onde, de uma forma detalhada, é descrita a sequência de operações a realizar em determinado posto de trabalho (Monden, 2011). Além disso, a explícita e correta definição das regras de transporte dos produtos, assim como a relação fornecedor-cliente são igualmente importantes para a implementação do Trabalho Normalizado. Estes documentos além de deverem ser simples, de fácil consulta e estarem acessíveis, devem conter o maior número de imagens ilustrativas de cada operação. Segundo Monden (1998), existem três elementos essenciais para a criação destes documentos:

#### **1. Tempo de ciclo (TC)**

Corresponde ao tempo padrão de produção necessário para produzir uma unidade, tendo em conta os recursos disponíveis e procura do cliente: quando excedido, os passos seguintes do processo serão atrasados; quando por defeito, poderá haver desperdícios por sobreprodução e consequente acumulação de inventário que gera perdas de valor para o produto;

#### **2. Sequência de operações (SO)**

Definição da ordem pela qual as tarefas têm de ser executadas: desta forma, os trabalhadores serão capazes de desempenhar as suas funções cumprindo o TC associado eliminando-se a aleatoriedade;

#### **3. Quantidade de inventário**

Quantidade necessária de material que assegure o fluxo contínuo e reduza ao mínimo o material em “*Work-in-Process*” (WIP). O WIP é todo o material dentro do fluxo produtivo, à espera para ser processado.

### 2.4.4 *Gestão Visual*

Muitas empresas recorrem a métodos de gestão visual com o objetivo de diminuir a dependência de sistemas informáticos e procedimentos formais (Pinto, 2009).



Segundo Suzaki (2010), *“a arrumação e organização do posto de trabalho estão diretamente relacionadas com a obtenção de disciplina na produção”*.

A face mais visível desta metodologia são os 5S's: ferramenta que potencia a gestão visual do local de trabalho, visa aumentar o desempenho das pessoas e diminuir o desperdício através da implementação de medidas simples e assentes na manutenção das condições ótimas de trabalho, isto é, ordenado, arrumado e organizado (Pinto, 2009).

As cinco palavras, de origem japonesa, que representam os 5S's e que tem como objetivo criar um local de trabalho limpo, seguro e organizado são:

- **Seiri (Organização)** – separar o útil do não útil, mantendo no local de trabalho apenas o que é necessário e remover o que não é necessário e poderá ser fonte de erro;
- **Seiton (Arrumação)** – definir e criar o local para cada coisa; certificar-se que cada coisa está no seu local indicado, mantendo mais próximo o que é mais frequentemente utilizado;
- **Seizo (Limpeza)** – manter o local de trabalho limpo e organizado ajuda a prevenir acidentes e erros;
- **Seiketsu (Padronização)** – estabelecer normas e padrões que permitam manter o local de trabalho ordenado e limpo, facilitando desta forma o espaço para as atividades a executar;
- **Shitsuke (Disciplina)** – garantir que os 4 S's anteriores são aplicados através de controlos regulares (*checklists* de verificação).

O seguimento desta política de organização do local de trabalho aumenta a produtividade, corrige problemas de comunicação e permite uma resposta eficiente quando alguma não conformidade é detetada (Fujimoto, 1999).

## **2.5 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)**

### **2.5.1 Conceito FMEA**

A ferramenta FMEA, em português “Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos”, é um método analítico de prevenção para a gestão da qualidade durante os processos de desenvolvimento do produto e do processo. Segundo Stamatis (2003), o FMEA deve ser desenvolvido nas fases iniciais de um projeto, centrar-se na identificação e prevenção de defeitos e aumentar a segurança de produtos e serviços com o objetivo de satisfazer o cliente.

Esta ferramenta encontra-se focada na análise das potenciais causas de falha ao longo do processo produtivo, assim como no impacto que estas possam ter ainda antes de ocorrerem. Isto é, o FMEA tem



como principal foco a antecipação dos possíveis problemas que possam ocorrer, aumentando desta forma a fiabilidade, a qualidade e a segurança dos produtos, processos, serviços ou projetos, transformando-a numa ferramenta preventiva de eleição para a grande maioria das empresas (McDermott, Mikulak, & Beauregard, 2009).

### 2.5.2 Objetivos e metodologia

Aplicado na fase inicial de desenvolvimento, o FMEA, na forma de uma ferramenta de análise sistemática e estruturada, é importante na prevenção de defeitos nos produtos. Para que estes defeitos não cheguem aos clientes, o FMEA centra-se nos seguintes objetivos:

- Identificar potenciais modos de falha, em particular dos que ainda não tenham ocorrido, associando a cada um, uma classificação por ordem de relevância;
- Determinar os efeitos associados a cada falha identificada, bem como a severidade para o produto/processo dos seus modos de falha;
- Identificação de diversas causas de falha e determinação da probabilidade de ocorrência de cada modo de falha para novos produtos ou processos;
- Quantificação de riscos associados a cada modo de falha, associando a cada um deles ações que diminuam o seu nível de risco.

O trabalho associado a esta ferramenta, apenas faz sentido com a definição de um grupo de trabalho multidisciplinar, que seja capaz de auxiliar na eliminação dos modos de falha, através da proposta e implementação de ações de melhoria que previnam a sua ocorrência.

### 2.5.3 Vantagens do FMEA

Um dos fatores chave para o sucesso desta ferramenta consiste na definição de um grupo de trabalho que abranja o maior número de áreas de conhecimento da empresa e que estimule a troca de ideias e promova a abordagem em equipa.

Existem um conjunto de vantagens associado à correta aplicação desta ferramenta preventiva (Bosch, 2012):

- Evitar a ocorrência de possíveis falhas no produto ou processo;
- Maior segurança, funcionalidade e fiabilidade do produto ou processo;
- Possíveis alterações em etapas avançadas do produto ou processo são evitadas, reduzindo-se os custos associados;



- Redução do número de reclamações por parte dos clientes;
- Criação de uma base de conhecimento comum que enriquece a competitividade na empresa;
- Existência de documentação “viva” que pode ser extrapolada/adaptada para outros produtos ou processos similares.

Quanto mais cedo for aplicada, mais produtiva e eficaz será a ação do FMEA. Baseado nos objetivos inicialmente traçados, o FMEA gera a necessidade da sua continua atualização sempre que se verifiquem alterações no produto ou processo ou novas informações surjam durante a fase de desenvolvimento: sem esta consciência as ações implementadas não terão o resultado positivo pretendido.

#### 2.5.4 Tipos de FMEA

Existem diversas fontes de literatura que classificam os diversos tipos de FMEA existentes e aplicados na indústria. No entanto, no âmbito desta dissertação, existem dois tipos mais relevantes: o FMEA do produto/serviço e o FMEA do processo (Figura 11).



Figura 11 - Principais tipos de FMEA

Com maior relevância nesta dissertação, de seguida apresenta-se de forma mais detalhada o FMEA de processo.

Também designado de P-FMEA, consiste num método analítico que permite identificar os modos de falha que possam ocorrer durante o processo produtivo, a sua causa raiz, quais as potenciais não conformidades que possam causar no produto e ainda, desde que devidamente documentado, serve como base de dados para futuros processos produtivos onde os mesmos erros não devem ocorrer.

O P-FMEA é uma ferramenta que contempla uma variedade de ações preventivas e corretivas que, utilizadas atempadamente, ou seja, antes do arranque da fase de produção do produto, permitem obter vantagens no futuro através da prevenção de não conformidades no produto.



A implementação eficaz e eficiente do P-FMEA implica a necessidade de uma quantidade de fatores afetos ao processo, nomeadamente: máquinas e ferramentas, mão-de-obra, materiais, metodologia e ambiente de trabalho.

Além das ações em curso, o P-FMEA deve ser alvo de constante análise tornando-se numa ferramenta dinâmica e iterativa. Um fator importante nesta análise passa pela definição, desde o início, quais os pontos mensuráveis para aplicação das ações de melhoria continua.

O impacto da aplicação do P-FMEA pode ser visível nas áreas do sistema de qualidade da empresa, através do aumento da produtividade e da rentabilidade dos processos e da poupança de custos associada à sua simplificação. Por fim, as ações e pontos de controlo definidos deverão ser refletidos no plano de controlo do produto, assegurando a eficácia das ações associadas.

## **2.6 Avaliação de Projetos**

Em função do âmbito de cada projeto onde é utilizada, a avaliação de projetos é uma ferramenta relevante para as empresas. Dependendo da especificidade e dimensão do projeto, a avaliação pode ser realizada meramente focada nos aspetos económicos e financeiros, ou em casos extremos ligados à dimensão do projeto, também se pode avaliar o seu impacto estratégico e social.

Segundo Cebola (2011), não se deve transpor a análise de projeto para projeto, porque dois projetos diferentes nunca poderão ser avaliados pelos mesmos critérios. Se isto for realizado, a veracidade dos critérios e dados recolhidos para a avaliação pode ser afetada.

### **2.6.1 Análise de Custos**

Com recurso a uma série de ferramentas, a análise de custos é importante para se aferir a viabilidade financeira de um projeto, calcular quais os custos envolvidos desde a sua implementação até à determinação de quando o projeto se tornará viável através do retorno financeiro que irá gerar.

Através desta análise é possível quantificar os benefícios obtidos com a implementação de um novo projeto, quando é que este se tornará rentável e quais os custos operacionais associados.

Assim, segundo Barros (2007) o método mais eficaz para a caracterização da rentabilidade de um projeto é o cálculo do fluxo de caixa descontado. A diferença entre as entradas e saídas de fluxos monetários em determinado período é designado de Fluxo de Caixa do Projeto (FCP).



- **Valor Atual Líquido (VAL)**

O VAL, baseando-se na atualização dos valores esperados para o fluxo de caixa no presente do investimento até ao seu final, e considerando os pagamentos e recebimentos ao longo do período de vida do projeto, permite avaliar a viabilidade do projeto de investimento. Além disso, o VAL suporta também a tomada de decisão sobre se o projeto permitirá aumentar o valor da empresa.

A Equação (1) representa o cálculo do VAL:

$$VAL = \sum_{t=0}^n \frac{FCP}{(1+i)^t}$$

VAL representa o Valor Atual Líquido, FCP representa o Fluxo de Caixa do Projeto, n é o horizonte temporal do projeto, i o Custo de Capital () e t o número de anos de duração do projeto.

Como fator de decisão perante os resultados obtidos para aceitação ou rejeição do investimento:

- ◆ Se  $VAL > 0$ , o projeto trará vantagens e pode ser aceite;
- ◆ Se  $VAL < 0$ , o projeto trará prejuízo e não pode ser aceite;
- ◆ Se  $VAL = 0$ , o projeto não trará prejuízo nem benefício para a empresa podendo ser aceite ou não.

Segundo Akalu (2001), como uma primeira e ligeira análise do projeto de investimento, o VAL é uma ferramenta de fácil determinação e leitura porque se baseia nos fluxos de caixa, considera todos os fluxos de caixa referentes ao período do projeto e permite também, atualizando o custo de capital, obter o custo de oportunidade de capital.

O mesmo autor refere que o VAL também apresenta algumas desvantagens: não considera o capital inicial investido, implica o conhecimento do fluxo de caixa e a determinação prévia do custo de capital.

Segundo Damodaran (2001), este método é o mais indicado para determinar quantitativamente o efeito do investimento inicial em valor e riqueza para uma empresa.

- **Taxa Interna de Rentabilidade (TIR)**

A TIR é a taxa obtida pelo investidor a cada ano sobre os capitais que investiu no projeto, ao mesmo tempo que o investimento inicial é progressivamente recuperado. Simplistamente, representa a taxa de rentabilidade a partir do qual o projeto se torna viável, sendo para isso determinada em conjunto com o VAL.

Matematicamente, a TIR permite saber a taxa de atratividade (TA) para qual o VAL é nulo, como é mostrado na Equação (2).





$$TIR \Rightarrow VAL = 0 \Leftrightarrow 0 = \sum_{t=0}^n \frac{FCP}{(1 + TIR)^t}$$

Os fatores decisão para o TIR são:

- ◆ Se  $TIR > TA$ , o projeto é proveitoso e deve ser aceite;
- ◆ Se  $TIR < TA$ , o projeto não é proveitoso e deve ser rejeitado;
- ◆ Se  $TIR = TA$ , o projeto pode ser ou não aceite.

A TIR facilita a tomada de decisão quando existe um valor mínimo definido de rentabilidade para o projeto e caso a TIR não o supere, o projeto pode ser rejeitado.

### • **Período de Recuperação do Investimento (PRI)**

Visto essencialmente como método para determinação da liquidez do projeto, esta técnica foi a primeira a ser usada para avaliação de projetos de investimento. Este método é muito utilizado na avaliação dos riscos do projeto, porque quanto mais prolongado no tempo o projeto for, maior será o risco associado devido à maior exposição da empresa a fatores de risco. Damodaran (2001) afirma que os projetos são tão mais atrativos quanto mais rápido for o retorno do investimento realizado e consequentemente o surgimento do lucro.

Matematicamente, o PRI obtém-se sobre a forma de anos, e relaciona os Fluxos de Caixa do Projeto (FCP) igualando-os ao investimento inicial, como mostrado na Equação (3).

$$PRI = T \text{ quando } \sum_{t=1}^T FCP = I_o$$

Nesta expressão, T corresponde ao período de recuperação do investimento, t o período, FCP o valor do fluxo de caixa do projeto e  $I_o$  o valor do investimento inicial.

Como fator de ponderação, deve-se aceitar ou rejeitar o projeto quando o PRI não excede ou excede o valor máximo previamente definido para o número de anos expectável para a recuperação do investimento.

Segundo Akalu (2001), este método é fácil de aplicar e compreender e dá uma noção geral sobre o risco associado ao investimento analisado. Pelo contrário, este método não considera o valor do dinheiro no tempo e não considera os fluxos de caixa entretanto gerados após execução do investimento.

#### 2.6.2 *Análise SWOT*

Esta ferramenta é especialmente útil no suporte à análise do estado atual em que o alvo do estudo se encontra. Conjugando diversos fatores presentes nas empresas, internos e externos, a análise SWOT



(*Strenghts, Weaknesses, Opportunities, Threatens*), sendo aplicada corretamente, é uma ferramenta eficaz para a empresa na análise ao estado atual do ponto de vista estratégico, da tomada de decisões, quais os caminhos a seguir e quais a evitar (Fine, 2009).

Através do cruzamento de informação interna e externa da empresa, a análise *SWOT* permite analisar as ameaças e oportunidades internas, os pontos fracos e fortes da empresa com o objetivo de minimizar, ou idealmente eliminar as forças e oportunidades que venham de ambientes externos (Persching, 2006). Na Figura 12 é apresentada uma representação do diagrama que relaciona as diversas vertentes da análise SWOT.



Figura 12 - Esquema da análise SWOT

## 2.7 Projeto de Investimento

Genericamente, investimento representa a aplicação de fundos financeiros de uma entidade ou empresa no presente com a intenção de alcançar lucros ou benefícios superiores ao investimento inicial efetuado. Investimento caracteriza-se pela aplicação de parte ou totalidade da capacidade financeira da empresa para gerar lucro em determinado período.

Segundo Samuelson (2005), investimento pode também passar pela compra de terrenos, compra de ações de outra empresa já instalada ou pela compra de qualquer outra propriedade. No âmbito da economia, estas aquisições são consideradas transações financeiras ou investimentos potencialmente geradores de mais valias para o seu comprador, tanto para quem compra como para quem vende, pois só se considera que há investimento quando se gera capital real.

De um ponto de vista minimalista, Barros (2007) defende que o investimento pode ser descrito como uma aplicação dos fundos da empresa, mesmo que reduzidos, de forma a maximizar a sua riqueza ou disponibilidade financeira no futuro mais próximo. Na mesma linha de pensamento, segundo Sousa



(2005) considera-se investimento como algo afeto à aplicação de fundos da empresa que possam potenciar, por via direta ou indireta, a melhoria ou aumento da capacidade produtiva instalada.

### 2.7.1 Definição de Projeto de Investimento

Não existindo consenso em torno da definição deste conceito, a seguir apresentam-se algumas visões sobre o conceito de Projeto de Investimento.

Segundo Barros (2007), um projeto de investimento é caracterizado por envolver um determinado número de variáveis que passam por definição de objetivos, escolha de quais recursos deverão ser alocados para tais objetivos, determinar as receitas e despesas associadas, qual a fonte de financiamento e, de forma legal, como se encaixa o projeto. Além disto, o projeto de investimento compreende dois estágios: enquanto plano, não passa da dimensão de intenção de investimento; já no estudo, é avaliada, de forma escrita, a intenção do investimento.

Segundo Sousa (2005), perante os recursos escassos existentes na empresa (ativos fixos, corpóreos, incorpóreos ou por acréscimo de fundo de maneiio), a aplicação destes tem em vista melhorar ou incrementar a produção de um serviço ou produção de um bem através da diminuição dos custos de produção.

### 2.7.2 Classificação de Projetos de Investimento

Existem várias correntes de opinião sobre a classificação dos projetos de investimento. No entanto, e no âmbito da presente dissertação, para determinar a classificação de um projeto de investimento destacam-se, segundo Barros (2007), os seguintes critérios:

#### **A. Projetos da área produtiva**

Dentro destes, consideram-se três tipos de projetos de investimento:

- Diretos – através de atividades diretamente afetas à área de produção, executam-se atividades que têm como objetivo melhorar a qualidade do serviço ou bem transacionável em mercado;
- Indiretos – diz respeito às atividades que suportam as atividades produtivas;
- Sociais – diz respeito a todas as atividades que não estão relacionadas direta ou indiretamente com a produção, no entanto promovem a melhoria do estado social.



## B. Projetos por relações entre investimentos

Os projetos independentes caracterizam-se pela sua implementação sem dependência de terceiros. Podem ser implementados paralelamente, pois não estão relacionados de forma financeira ou técnica, sendo este o padrão da avaliação de projetos pela polivalência e versatilidade que trazem às empresas. Por outro lado, os projetos dependentes necessitam de ações/atividades externas a estes para que possam avançar, podendo esta dependência ser complementar ou alternativa.

### 2.7.3 Fases de desenvolvimento

Transversal aos projetos de investimento, independentemente da sua classificação, e de forma genérica, segundo Rodrigues (1999), as fases de desenvolvimento são:

- i. **Identificação da oportunidade de investimento** – consiste em identificar e avaliar, de forma subjetiva, as oportunidades de investimento: após uma primeira filtragem, as oportunidades remanescentes avançam para uma avaliação formal;
- ii. **Definição do projeto** – considerada a fase mais sensível do projeto pela importância que tem em todas as atividades futuras caso este trabalho não seja realizado de forma consistente; nesta fase são definidos os objetivos e metas, quais os meios necessários para a sua implementação do ponto de vista técnico, financeiro e económico;
- iii. **Avaliação** – nesta fase são analisados os custos e benefícios da sua implementação e de que forma eles influenciam a rentabilidade definida na etapa anterior;
- iv. **Tomada de decisão** – Perante a necessidade e a disponibilidade da empresa para o projeto, é tomada a decisão de avançar;
- v. **Implementação do projeto** – após a realização do investimento e implementação do projeto, este deve ser acompanhado através de indicadores (desempenho, proveitos físicos e resultados financeiros); mediante estes indicadores, o projeto é acompanhado para, no caso de haver necessidade, serem aplicadas medidas de melhoria para o aumento da sua rentabilidade; por fim, os resultados ao longo do tempo deverão ser mantidos e lições devem ser tiradas para projetos futuros.

### 2.7.4 Análise de Sensibilidade

Em qualquer projeto, existem sempre variáveis menos previsíveis que outras, e através da análise de sensibilidade, segundo Neves (2002) “análise de investimento é uma técnica que permite simular o valor



do projeto e estimar as alterações que ocorrem, através da variação de uma ou mais variáveis independentes, mantendo todas as outras constantes”.

No sentido de conseguir uma análise mais exata, faz-se uma primeira filtragem das variáveis mais relevantes, aplica-se uma variação percentual, positiva ou negativa, e observa-se de que forma poderá ser afetada a viabilidade financeira e potencial lucro do projeto.

Segundo Abecassis (2000), as variáveis que geralmente mais afetam a análise de sensibilidade são:

- Valor total do investimento;
- Vida útil do projeto;
- Dimensão do mercado;
- Preço de venda;
- Custo das matérias-primas
- Custos com pessoal.



### 3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Nos pontos seguintes deste capítulo, apresenta-se a empresa onde foi desenvolvida a presente dissertação. Começar-se-á por uma breve abordagem ao grupo Bosch Portugal, passando para a visão mais detalhada da BCMP, nomeadamente como surgiu, ramos de atividade, breve descrição dos seus produtos e principais clientes. Por fim, serão abordadas a visão e políticas da empresa.

#### 3.1 Grupo Bosch e a Bosch em Portugal

O Grupo Bosch, criado em finais do século XIX e sediado em Estugarda, na Alemanha, é considerado com um dos maiores produtores de componentes para a indústria automóvel do Mundo. Presente em mais de 460 localizações espalhadas por, aproximadamente 60 países, emprega mais de 410 mil pessoas, movimentando cerca de 78.5 mil milhões de euros em 2018.

O Grupo Bosch atua essencialmente em 4 áreas de negócio: *Mobility Solutions*, *Industrial Technology*, *Consumer Goods* e *Energy and Building Solutions*.

Como mostrado na Figura 13, A Bosch em Portugal pode ser vista pelos seguintes índices:

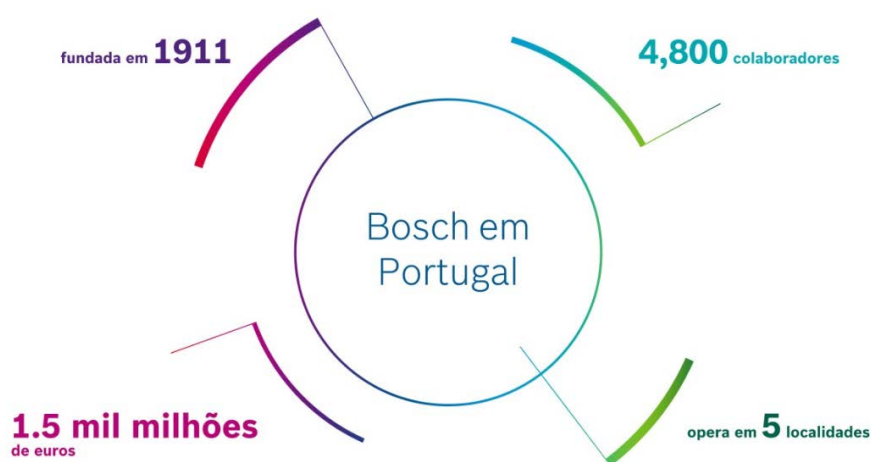


Figura 13 - Números da Bosch em Portugal

Presente em Portugal desde o início do século XX, a Bosch Portugal está espalhada por 4 localizações distintas, atuando em 4 setores de atividade, como mostrado na Figura 14:

- **Bosch Car Multimedia Portugal**, em Braga – desenvolve e produz sensores automóvel e sistemas multimédia automóvel;
- **Bosch Termotecnologia**, em Aveiro – desenvolve e produz soluções de água quente e sanitárias;



- **Bosch Security Systems**, em Ovar – desenvolve e produz sistemas de segurança e comunicação e pequenas ferramentas domésticas.
- **Sede Bosch**, em Lisboa – atividades de gestão corrente (vendas, *marketing*, etc.), serviços partilhados de recursos humanos e comunicação para o Grupo Bosch.



Figura 14 - Áreas de negócio da Bosch em Portugal (Bosch, 2018)

Sob um extenso conjunto de marcas já implementadas no mercado (Figura 15), a aposta da empresa para o futuro próximo passa pela criação e evolução de sistemas de mobilidade inteligentes, dos quais se destacam:

- **Condução autónoma**: mercado com potencial gerador de um volume de aproximadamente 60 mil milhões de dólares até 2029 e a criação de 4000 novos empregos na área das engenharias;
- **Eletromobilidade**: aposta no desenvolvimento de soluções inovadoras na eletrificação de novos veículos com o objetivo de alcançar 5 mil milhões de euros em vendas até 2025;
- **Inteligência artificial (IA)**: conexão de sensores e dispositivos através da “*Internet of Things*” que trarão 150 novos projetos nesta área com o objetivo de até 2025, 100% dos produtos da Bosch tenham inteligência artificial usada durante a sua fase desenvolvimento.

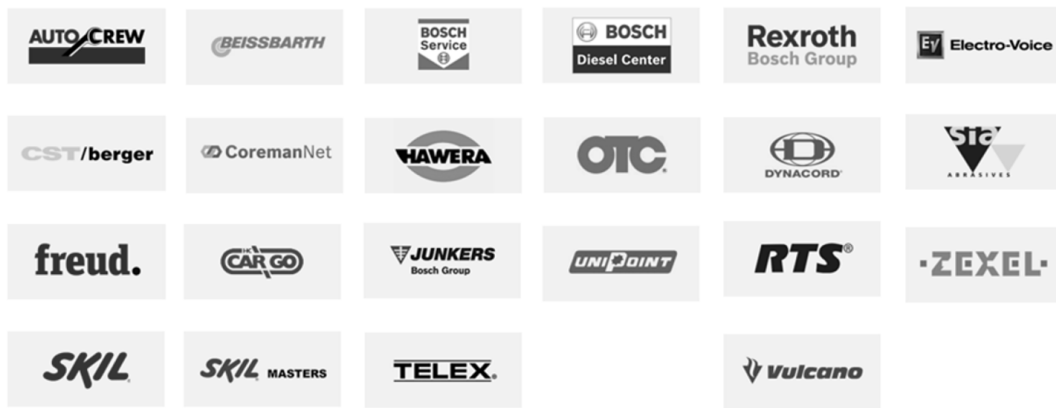


Figura 15 - Marcas que representam o nome Bosch no mercado (Bosch, 2018)

### 3.2 Bosch Car Multimedia Portugal

A BCMP iniciou a sua atividade, em Braga, no ano de 1990, e atua na área da indústria automóvel com o fabrico de dispositivos eletrónicos. Inicialmente designada de *Blaupunkt*, a empresa começou por produzir auto-rádios, sendo desde cedo considerada como uma referência na região onde estava inserida bem como no país.

Em 2009, após uma reorganização, esta unidade mudaria o seu nome para o atual *Bosch Car Multimedia Portugal*, passando a ter poderes reforçados, nomeadamente a responsabilidade de, para além de produzir, desenvolver os produtos por si fabricados.

Na Figura 16, estão representados os principais produtos desenvolvidos e produzidos pela empresa, posteriormente vendidos para os clientes mostrados na Figura 17.

#### Sistemas de Instrumentação

- ▶ Sistemas de instrumentação inovadores e programáveis



#### Sistemas de Navegação

- ▶ Soluções inteligentes de entretenimento
- ▶ Navegação
- ▶ Telemática
- ▶ Assistente de condução



#### Sensores de ângulo da direção

- ▶ Sistemas inovadores com funções de segurança para o veículo, dinâmica e condução.



Figura 16 - Principais produtos fabricados na Bosch Car Multimedia (Bosch, 2018)





Figura 17 - Mapa de clientes da Bosch Car Multimedia Portugal S.A.

Atualmente, com mais de 3500 colaboradores, as instalações industriais da Bosch estão divididas em três grandes grupos (Figura 18): a área de desenvolvimento, a área produtiva e social e a área administrativa.

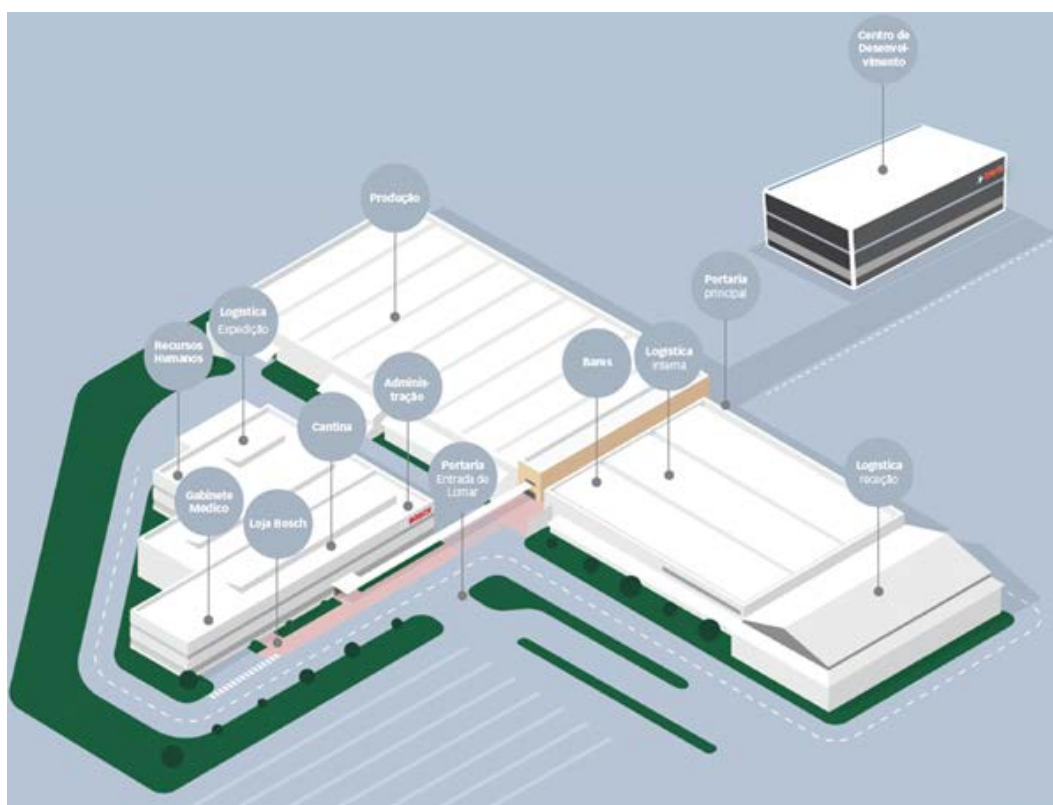


Figura 18 - Instalações da Bosch Car Multimedia (Bosch, 2018)



## 4. ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DA LINHA DE PRODUÇÃO DO PRODUTO A

Neste capítulo, em primeiro lugar, é detalhado o fluxo produtivo do produto A. São igualmente apresentados os custos associados ao produto, qual a sua evolução ao longo do processo de montagem final do produto A e, no final, os dados de rejeição. Os dados antes recolhidos serão importantes para o cálculo do investimento da linha de reutilização de componentes. Por motivos de confidencialidade, o produto será denominado de A.

### 4.1 Descrição da linha de produção do produto A

Nas sete linhas de produção existentes, produzem-se duas variantes do produto A: uma com *Display* de 12'' e outra com *Display* de 10''. Na Figura 19, observam-se os componentes que constituem o produto na sua variante de 12''.

No âmbito desta dissertação, ressaltam-se dois aspetos:

- Usar-se-á a expressão “linha de produção” como representação das sete linhas de produção do produto A;
- Apenas é considerada a variante de 12'' do produto A.

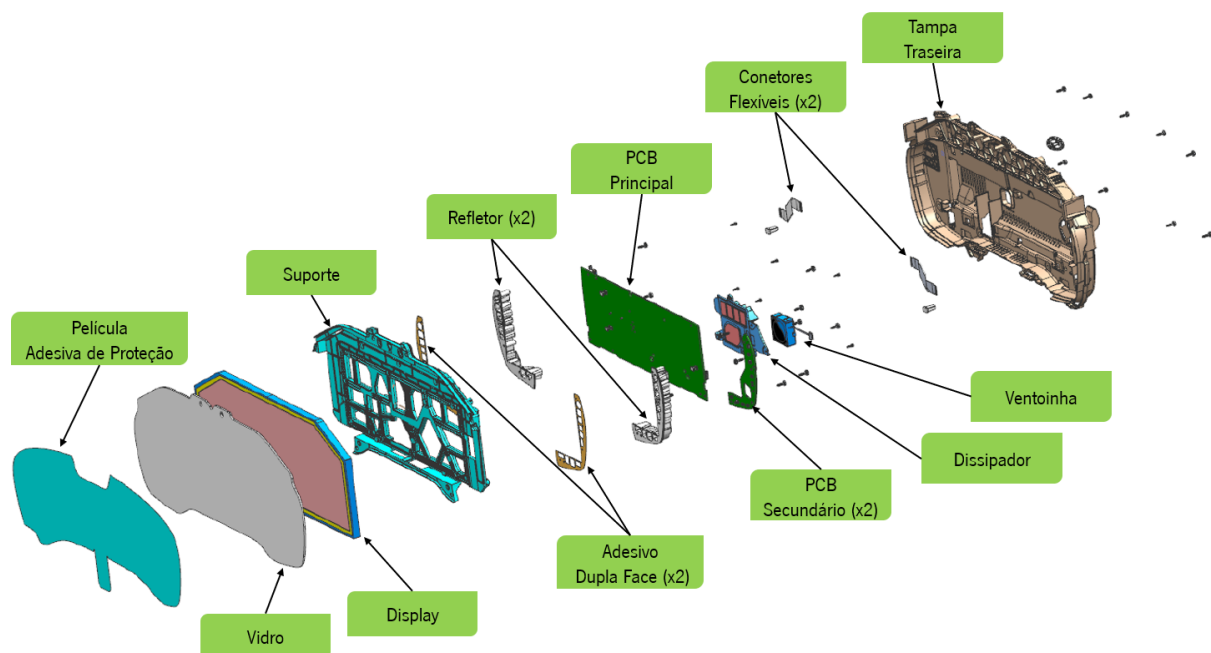


Figura 19 - Vista explodida do produto A, na variante 12''

As linhas de produção na BCMP dividem-se em 4 subgrupos: linhas de inserção automática, linhas de inserção manual, linhas de montagem manual e linhas de montagem final.



Nas linhas de inserção importa realçar que a cadência produtiva é consideravelmente diferente em resultado do seu método de trabalho. Assim, nas linhas de inserção automática, antes dos *Printed Circuit Board* (PCB) serem transportados para o interior dos fornos de soldadura para solidificação da pasta de solda, acoplados à linha, existem dispensadores automáticos de componentes que não necessitam de intervenção humana. Pelo contrário, nas linhas de inserção manual, são os operadores que colocam os componentes nos devidos locais do PCB antes destes serem inseridos nos fornos de soldadura.

Independentemente do tipo de inserção, após a sua execução efetuam-se 3 testes de validação/controlo, por esta ordem: *Solder Paste Inspection* (SPI) onde é avaliada a pasta de solda colocada (área, forma, altura, peso e posição XY); de seguida o *Automatic Optical Inspection* (AOI) responsável por avaliar, entre outros aspetos, a presença e posicionamento do componente e a existência de curto-circuitos entre componentes; no final, é executado o *In Circuit Test* (ICT) onde é validado o processo de inserção.

Após a validação dos PCB, estes são colocados em contentores para serem abastecidos à linha de produção, assim que seja dada ordem por parte da logística.

Paralelamente, executa-se o processo de *Bonding*<sup>1</sup> onde Vidro e *Displays* são unidos. Após esta operação, o conjunto é acondicionado em um contentor e posteriormente abastecido à linha de montagem final.

Antes da linha de montagem final, executa-se a última etapa: colagem do Suporte.

Com recurso a um dispositivo de fixação (JIG) formado por duas partes que se fecham sobre si mesmas, coloca-se numa das partes um conjunto que vem do processo de *Bonding* e na outra parte um Suporte. De seguida, o operador ativa o ciclo da máquina de dispensação de cola, que inclui a sua cura. Depois deste processo, o operador coloca o conjunto num contentor.

Na linha montagem final executam-se as seguintes tarefas:

### **1. Tratamento plasma nos Refletores e Vidro (Posto de Trabalho 1 (PT1))**

Para que adesão do adesivo de dupla face seja eficaz, aplica-se um tratamento de plasma aos Refletores e Vidro com plasma. Colocar o conjunto vindo do processo de colagem no JIG, iniciando em seguida o tratamento de plasma nas faces posteriores de ambos os componentes.

---

<sup>1</sup> *Bonding* – Tecnologia de produção feita com base num adesivo líquido dispensado entre o display e a superfície de vidro que o cobre o display. Através desta tecnologia aumenta-se a robustez do conceito mecânico do produto, reduz-se a reflexão da luz que incide na superfície de vidro e aumenta-se o brilho e contraste da imagem tornando a leitura da informação lá contida mais fácil.

Site: <https://www.hm-expo.de>



## **2. Colocação de adesivo dupla face (PT2)**

Colocar o conjunto no JIG: com o auxílio da máscara existente no JIG que guia a colocação do adesivo, efetua-se a sua colagem na face posterior do vidro.

## **3. Colagem dos Refletores (PT3)**

Com recurso a um JIG de 3 posições, o operador coloca um conjunto vindo do PT anterior e um refletor em cada uma das posições restantes. Efetua-se a colagem dos refletores ao fechar as duas partes do JIG onde estão colocados os refletores.

## **4. Montagem e aparafusamento dos PCB secundários (PT4)**

Colocar na máscara do JIG os dois PCB Secundários. Em seguida, fecha-se a máscara do JIG. Com os dois PCB Secundários posicionados, efetua-se o aparafusamento.

## **5. Teste funcional ao PCB Principal (FCT 20)**

Para a execução dos testes funcionais, existem dois PT adjacentes à linha de montagem final: após validação no teste, o PCB Principal é colocado num contentor colocado antes do próximo PT da linha de montagem final.

## **6. Preparação dos conetores flexíveis: *Backlight Foil* , *Display Foil* e conetores dos PCB's Secundários + Montagem e aparafusamento do PCB Principal ao Suporte + Conexão dos conetores flexíveis (PT5A e PT5B)**

Colocar o conjunto num JIG e fazer a preparação para a conexão do *Backlight Foil*. Após a preparação, fechar a máscara do JIG e aparafusar o PCB. Após a abertura da máscara do JIG, ligar os conetores flexíveis, *Backlight Foil* e *Display Foil*, ao *Display*. Por fim, conectar os conetores flexíveis, primeiro aos PCB's Secundários e em seguida ao PCB Principal.

## **7. Aplicação de pasta térmica no Dissipador (PT7)**

Tal como no FCT 20, este PT é paralelo à linha de montagem final. Aqui coloca-se a pasta térmica na parte inferior do Dissipador.

## **8. Conexão da Ventoinha (PT6)**

Após colocação de um conjunto proveniente dos PT5A ou PT5B num JIG, o operador posiciona, da forma mais perpendicular possível, o conjunto Dissipador e Ventoinha sobre o PCB Principal. Manualmente, este último conjunto é aparafusado ao PCB Principal. Por fim, conecta-se a Ventoinha ao PCB Principal.

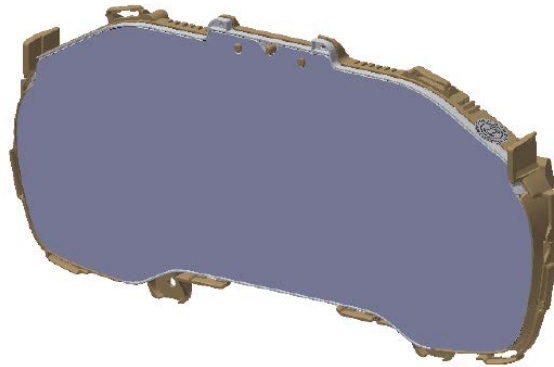


### **9. Inspeção das conexões (PT8)**

Inspeccionar, visualmente, todas as conexões previamente realizadas.

### **10. Colocação da Tampa Traseira (PT9A e PT9B)**

Colocar o conjunto num JIG, e, usando geometrias de alinhamento da peça, posiciona-se a Tampa Traseira sobre esse conjunto. Por fim, aparafusar a Tampa Traseira.



*Figura 20 - Representação do Produto Final*

Concluído o processo de montagem final do produto (Figura 20), executa-se a sua validação. Através de um conjunto de testes, cosméticos e funcionais, é realizada a validação. Como prova da sua validação é colocada uma etiqueta de cliente no final. Por fim, o produto é embalado e enviado para o armazém de expedição.

## **4.2 Dados da linha de produção do produto A**

Como uma das partes relevantes para o cálculo do investimento, mostram-se na Tabela 1 os preços de cada componente e determinação do custo parcial do produto A em cada posto de trabalho.



Tabela 1 - Custo do produto ao longo do processo produtivo

Progressão da montagem final - Produto A																																																																
10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%																																																							
Posto de Trabalho																																																																
PT1	PT2	PT3	PT4	PT5A PT5B	PT7	PT6	PT9A PT9B	PT10	PT11																																																							
										<table><tr><th>Componente</th><th>Quantidade</th><th>Nota</th><th>Custo por componente (UM)</th><th>Custo Parcial (UM)</th></tr><tr><td>Vidro</td><td>1</td><td rowspan="2">Pré-montagem (Bonding)</td><td>46,89</td><td>46,89</td></tr><tr><td>Display</td><td>1</td><td>182,13</td><td>229,02</td></tr><tr><td>Suporte</td><td>1</td><td>-</td><td>5,31</td><td>234,33</td></tr></table>	Componente	Quantidade	Nota	Custo por componente (UM)	Custo Parcial (UM)	Vidro	1	Pré-montagem (Bonding)	46,89	46,89	Display	1	182,13	229,02	Suporte	1	-	5,31	234,33																																			
										Componente	Quantidade	Nota	Custo por componente (UM)	Custo Parcial (UM)																																																		
										Vidro	1	Pré-montagem (Bonding)	46,89	46,89																																																		
Display	1	182,13	229,02																																																													
Suporte	1	-	5,31	234,33																																																												
										<table><tr><td>Adesivo Dupla Face Esquerdo</td><td>1</td><td>-</td><td>2,89</td><td>237,22</td></tr><tr><td>Adesivo Dupla Face Direito</td><td>1</td><td>-</td><td>3,03</td><td>240,24</td></tr><tr><td>Refletor Esquerdo</td><td>1</td><td>-</td><td>0,99</td><td>241,23</td></tr><tr><td>Refletor Direito</td><td>1</td><td>-</td><td>0,99</td><td>242,22</td></tr><tr><td>PCB Secundário Esquerdo</td><td>1</td><td>-</td><td>5,39</td><td>247,61</td></tr><tr><td>PCB Secundário Direito</td><td>1</td><td>-</td><td>4,59</td><td>252,20</td></tr><tr><td>Parafusos PCB's Secundários</td><td>6</td><td>-</td><td>0,17</td><td>252,37</td></tr></table>	Adesivo Dupla Face Esquerdo	1	-	2,89	237,22	Adesivo Dupla Face Direito	1	-	3,03	240,24	Refletor Esquerdo	1	-	0,99	241,23	Refletor Direito	1	-	0,99	242,22	PCB Secundário Esquerdo	1	-	5,39	247,61	PCB Secundário Direito	1	-	4,59	252,20	Parafusos PCB's Secundários	6	-	0,17	252,37																			
										Adesivo Dupla Face Esquerdo	1	-	2,89	237,22																																																		
										Adesivo Dupla Face Direito	1	-	3,03	240,24																																																		
Refletor Esquerdo	1	-	0,99	241,23																																																												
Refletor Direito	1	-	0,99	242,22																																																												
PCB Secundário Esquerdo	1	-	5,39	247,61																																																												
PCB Secundário Direito	1	-	4,59	252,20																																																												
Parafusos PCB's Secundários	6	-	0,17	252,37																																																												
										<table><tr><td>Conetor Flexível Esquerdo</td><td>1</td><td>-</td><td>0,61</td><td>252,97</td></tr><tr><td>Conetor Flexível Direito</td><td>1</td><td>-</td><td>0,61</td><td>253,58</td></tr><tr><td>PCB Principal</td><td>1</td><td>-</td><td>233,75</td><td>487,33</td></tr><tr><td>Parafusos PCB Principal (Torx Plus 2x6)</td><td>6</td><td>-</td><td>0,17</td><td>487,49</td></tr><tr><td>Dissipador + Ventoinha</td><td>1</td><td rowspan="2">Pré-montagem (Fornecedor)</td><td>10,92</td><td>498,41</td></tr><tr><td>Pasta Térmica</td><td>1</td><td>0,14</td><td>498,55</td></tr><tr><td>Parafusos</td><td>3</td><td>-</td><td>0,08</td><td>498,63</td></tr><tr><td>Dissipador + Ventoinha</td><td>1</td><td>-</td><td>4,37</td><td>503,00</td></tr><tr><td>Parafusos Tampa Traseira (Torx 2,5x8,5)</td><td>9</td><td>-</td><td>0,25</td><td>503,25</td></tr><tr><td>Película Adesiva Proteção</td><td>1</td><td>-</td><td>1,71</td><td>504,96</td></tr><tr><td>Etiqueta Cliente</td><td>1</td><td>-</td><td>0,06</td><td>505,01</td></tr></table>	Conetor Flexível Esquerdo	1	-	0,61	252,97	Conetor Flexível Direito	1	-	0,61	253,58	PCB Principal	1	-	233,75	487,33	Parafusos PCB Principal (Torx Plus 2x6)	6	-	0,17	487,49	Dissipador + Ventoinha	1	Pré-montagem (Fornecedor)	10,92	498,41	Pasta Térmica	1	0,14	498,55	Parafusos	3	-	0,08	498,63	Dissipador + Ventoinha	1	-	4,37	503,00	Parafusos Tampa Traseira (Torx 2,5x8,5)	9	-	0,25	503,25	Película Adesiva Proteção	1	-	1,71	504,96	Etiqueta Cliente	1	-	0,06	505,01
										Conetor Flexível Esquerdo	1	-	0,61	252,97																																																		
										Conetor Flexível Direito	1	-	0,61	253,58																																																		
PCB Principal	1	-	233,75	487,33																																																												
Parafusos PCB Principal (Torx Plus 2x6)	6	-	0,17	487,49																																																												
Dissipador + Ventoinha	1	Pré-montagem (Fornecedor)	10,92	498,41																																																												
Pasta Térmica	1		0,14	498,55																																																												
Parafusos	3	-	0,08	498,63																																																												
Dissipador + Ventoinha	1	-	4,37	503,00																																																												
Parafusos Tampa Traseira (Torx 2,5x8,5)	9	-	0,25	503,25																																																												
Película Adesiva Proteção	1	-	1,71	504,96																																																												
Etiqueta Cliente	1	-	0,06	505,01																																																												

Em seguida, e com base nas 7 linhas de produção que fabricam este produto, foram recolhidos os dados relativos à rejeição, ou seja, produtos não conformes.

Através do chefe de linha do produto A, obtiveram-se as quantidades de produtos não conformes detetados ao longo dos últimos 8 meses. Por motivos de confidencialidade, os dados detalhados por defeito e respetivas quantidades não podem ser divulgados. No entanto, o valor da rejeição é de 2% do volume de unidades produzidas.



Implementação de um novo processo produtivo para reutilização de componentes



## 5. ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DA LINHA DE REUTILIZAÇÃO DE COMPONENTES

No seguimento da política “*Go For Profit*” aplicada pela BCMP, o Departamento de Produção decidiu, em conjunto com a Administração, iniciar um projeto para a implementação de uma linha para reutilização de componentes. O produto A será o primeiro afeto a esta linha. Assim, neste capítulo serão apresentados os motivos que suportam esta tomada de decisão, quais os objetivos esperados e as etapas que o constituem.

Após esta contextualização, apresenta-se na Tabela 2 um estudo do investimento necessário para a implementação da linha de reutilização de componentes. Com base nestes dados, realizou-se um estudo de viabilidade do investimento com cenários hipotéticos. Por motivos de confidencialidade e alinhamento com as previsões da BCMP, foram assumidas as seguintes premissas:

- Aplicação de um fator de escala no preço dos componentes e equipamentos;
- A moeda associada ao custo será designada de Unidade Monetária (UM).

### 5.1 Premissas do projeto

Tendo por base a previsão de vendas e os dados da rejeição da linha de produção do produto A, fez-se um estudo preliminar baseado nas previsões de vendas onde se definiu qual o objetivo percentual de rejeição a alcançar, e associado, o montante a ser poupado como mostrado na Tabela 2.

Tabela 2 - Previsão da rejeição em função dos volumes a produzir

<b>Custo Produto Acabado (UM)</b>	505,01							
<b>Custo Produto antes da Montagem Final (UM)</b>	234,33							
<b>Ano</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>
<b>Rejection Rate (Previsão)</b>	4,0%	4,0%	2,5%	2,0%	1,5%	1,0%	1,0%	1,0%
<b>Volume (Unids.)</b>	97 202	1 098 695	1 665 190	1 771 741	1 256 616	544 883	233 291	26 872
<b>Unidades rejeitadas (Unids.)</b>	3 888	43 948	41 630	35 435	18 849	5 449	2 333	269

Como observado na Tabela 1, quatro componentes do produto A representam cerca de 90% do seu custo: Vidro, *Display*, Suporte e PCB Principal. Destes quatro componentes, três são montados antes do processo de montagem final através de dois processos: Vidro e *Display* são agregados através do processo de *Bonding* e em seguida o Suporte é colado a este conjunto.

Considerando que os restantes componentes já são reutilizados, porque não sofrem qualquer tipo de pós-processamento que os altere/modifique, o trabalho realizado nesta dissertação focalizou-se na reutilização do *Display*.





Na sequência de operações para reutilização do *Display*, existe um último processo, já implementado na empresa, designado de *Debonding* onde é feita a separação do Vidro e *Display*. Para este processo, a taxa de rejeição estimada é de 5%.

## 5.2 Objetivos do projeto

Definidos no início do P-FMEA, que serviu de base ao estudo da linha de reutilização de componentes, os objetivos para a implementação da linha são:

- Minimizar o prejuízo através da separação e reutilização do *Display* do produto A;
- Definição e caracterização dos postos de trabalho a serem implementados;
- Descrição das tarefas de cada posto de trabalho;
- Estudo das soluções técnicas a serem implementadas.

## 5.3 Descrição da linha de reutilização de componentes

Antes do produto A passar pela linha de reutilização de componentes, o reparador da linha de produção do produto A tem que remover os componentes existentes até que exista apenas o Vidro, o *Display* e o Suporte.

As tarefas realizadas na linha de reutilização de componentes são:

### 1. Preparação e maquinação do Suporte (PT1)

No PT anexo à máquina CNC, prepara-se o produto com a colocação de fitas adesivas em determinados locais para evitar a entrada de rebarbas no interior do *Display* e em seguida executa-se a maquinação do Suporte.

### 2. Separação do Suporte e *Display* (PT2)

De seguida, colocar o produto A no JIG de 3 posições. Por restrições físicas do produto A, e para se evitar danos nos conetores existentes na parte posterior do *Display*, o JIG possui geometrias auxiliares que limitam o corte do fio de cobre em cada uma das suas posições.

Seguindo a ordem indicada na instrução de trabalho, o operador dá início ao programa do robot de corte da camada de cola existente entre o Suporte e o *Display*. Efetuado o corte, o operador separa o Suporte do *Display*, colocando-o no contentor das peças para sucata.



### **3. Remoção da cola (PT3)**

Colocar o produto num JIG e fecha a máscara existente que reduz a área de impacto desta operação no *Display*. Com recurso a uma ferramenta dedicada, o operador remove a maior quantidade possível da camada de cola existente na parte posterior do *Display*.

### **4. Polimento (PT4)**

Colocar o produto num JIG e fecha a máscara. Com recurso a uma máquina de polir, o operador procede à operação de polimento da superfície posterior do *Display*.

### **5. Limpeza e inspeção (PT5)**

Usando uma lanterna UV, o operador inspeciona a face posterior do *Display*. Se ainda existirem resíduos de cola, o operador limpa novamente e volta a inspecionar até que a face posterior do *Display* esteja de acordo com as imagens da instrução de trabalho.

Após terminadas as operações para descolagem do Suporte do *Display*, o conjunto Vidro+*Display* é enviado para a linha de *Debonding*, já existente na fábrica, onde o Vidro é separado do *Display*. Concluído o *Debonding*, o *Display* é novamente enviado para a linha de produção do produto A.

## **5.4 Dados da linha de reutilização de componentes**

Através do cruzamento de informação entre a base de dados existente na empresa com os tempos padrão para cada operação e os dados recolhidos experimentalmente, determinou-se os tempos por operação da linha.

Na determinação dos tempos por operação foram efetuadas 5 medições por operação, que permitiram calcular o tempo médio e defini-lo como o tempo de operação (Gráfico 1).

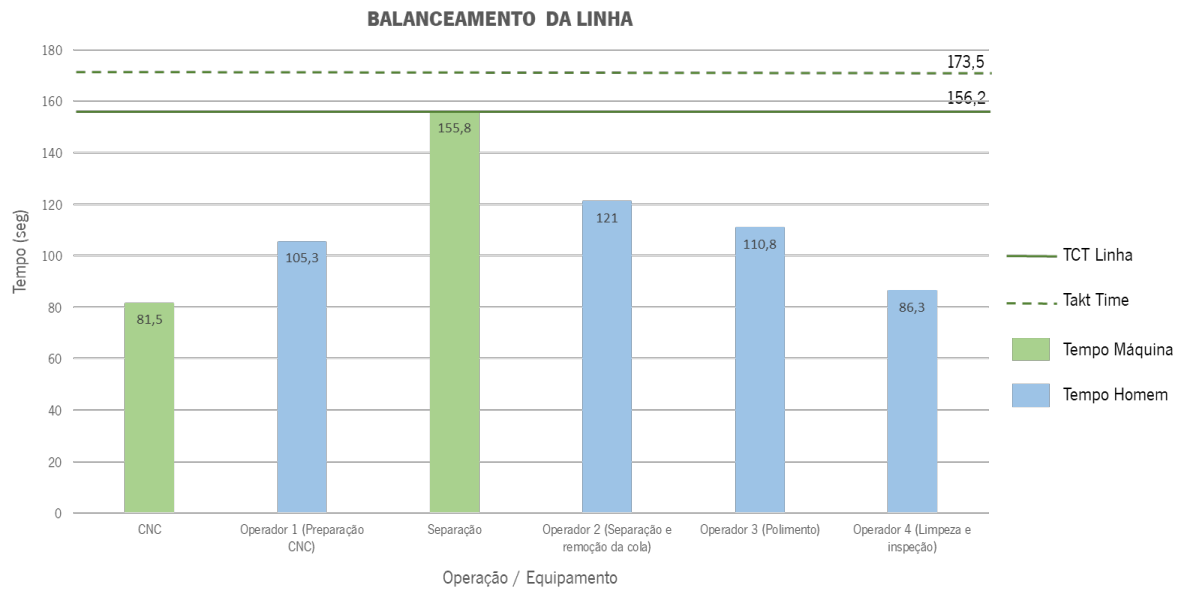


Gráfico 1 - Balanceamento da linha

Com base nos tempos de cada operação, e tendo em consideração os fatores de segurança e perdas de tempo não determináveis associados, aplicou-se um coeficiente de segurança sobre o *Target Cycle Time* (TCT) da linha para determinar o valor de 173.5s como o tempo que medeia a entrada de um produto na linha de reutilização de componentes, designado de *Takt Time* (TT).

Considerando-se o valor de 95% para a disponibilidade do Homem e da Máquina, e sabendo que um turno tem uma duração de 8h, determinou-se que a cadência da linha seria de 158 peças por turno. Na Tabela 3 apresentam-se os dados base considerados para os cálculos.

Tabela 3 - Dados base para a linha de reutilização de componentes

Dados base	Target Cycle Time (TCT) [seg]	156,2
	Takt Time [seg]	173,5
	Disponibilidade Homem [%]	95
	Tempo por turno (8h/turno) [seg]	27420
	Disponibilidade Máquina [%]	95
	Nº Operadores	4
	Quantidade turno (Peças/Turno)	158

## 5.5 Plano de Investimentos da linha de reutilização de componentes

Na Tabela 4 mostram-se, genericamente, os equipamentos instalados em cada um dos postos de trabalho e o custo de aquisição de cada um.



Tabela 4 - Lista de equipamentos e investimentos para a linha de reutilização de componentes

Posto de Trabalho	Descrição	Equipamento	Quantidade	Valor por Equipamento (UM)	Valor PT (UM)
PT1	Preparação	Posto Asi-Bus	1	7 631,25	14 506,25
		Rampa de Abastecimento	1	1 375,00	
		JIG 1	1	5 500,00	
	Maquinação	Rampa de Abastecimento	1	2 200,00	507 925,00
		Máquina CNC	1	429 825,00	
		Sistema de extração	1	55 000,00	
Sistema de suporte CNC		1	20 900,00		
PT2	Separação	Posto Asi-Bus	1	13 062,50	124 300,00
		Rampa de Abastecimento	1	1 375,00	
		Robot de separação	1	100 925,00	
		JIG 2	1	8 937,50	
PT3	Remoção da cola	Posto Asi-Bus	1	8 937,50	23 787,50
		Rampa de Abastecimento	1	1 375,00	
		JIG 3	1	13 475,00	
PT4	Polimento	Posto Asi-Bus	1	8 937,50	65 312,50
		Rampa de Abastecimento	1	1 375,00	
		JIG 4	1	13 750,00	
		Polidora	1	41 250,00	
PT5	Limpeza e Inspeção	Posto Asi-Bus	1	8 937,50	20 625,00
		Rampa de Abastecimento	1	1 375,00	
		JIG 5	1	9 625,00	
		Lanterna c/ luz UV	1	687,50	
TOTAL					756 456,25

## 5.6 Análise e diagnóstico da linha de reutilização de componentes

Neste subcapítulo serão apresentados cenários que representam realidades distintas, o que permitiu realizar uma análise do investimento efetuado.

Com o foco na recuperação do *Display* do produto A, iniciou-se este estudo com base na previsão do volume de vendas do produto para o seu tempo de vida. Para este volume de vendas, está prevista uma taxa de rejeição, sendo estas as unidades a serem processadas pela linha de reutilização de componentes.

Posteriormente serão apresentados e avaliados cenários hipotéticos através da variação das variáveis envolvidas. Desta forma, determinou-se se o investimento efetuado será financeiramente viável, e se sim, a partir de que momento. Caso exista necessidade, serão apresentadas soluções técnicas para melhoria do processo.

### 5.6.1 Premissas dos cálculos

Para a análise de dados, foram assumidas premissas nos seguintes campos:

- Na rubrica “Custos”:



- Para as parcelas “Materiais Diretos” e “Gastos Gerais de Fabrico”, o seu valor corresponde a uma percentagem, arbitrada, dos proveitos obtidos com a linha;
- Para a parcela “Salário Mão-de-obra Direta”, a empresa cedeu o valor de referência para indústria do setor e aplicado um fator de escala igual ao aplicado em outros parâmetros;
- De acordo com a janela temporal do projeto, foi assumido um período de sete anos para amortização do investimento dos equipamentos produtivos instalados nos postos de trabalho.

Estas premissas apresentam os valores indicados na Tabela 5.

Tabela 5 - Premissas para cálculo dos mapas financeiros

Premissas	
Imposto sobre Lucro (%)	20%
Custo de Capital (%)	10%
Materiais Diretos (% dos Proveitos)	12,5%
Salário Mão-de-obra Direta / Mês (UM)	1 787,50
Meses / Ano	14
Taxas sobre Salário (%)	11%
Gastos Gerais de Fabrico (% dos Proveitos)	7,5%
<b>Amortizações</b> - Equipamentos Produtivos (Anos)	7

#### 5.6.2 Resultados e análise da linha de reutilização de componentes

O estudo realizado tem como base as previsões de vendas e de rejeição associadas à linha de produção do produto A. As condições consideradas foram as seguintes: o volume de unidades rejeitadas não varia, a capacidade produtiva da linha de reutilização de componentes e de *Debonding* é de 100%. Assim, todos os *Display* poderão ser novamente usados num outro produto A.

Outro ponto considerado pela empresa foi o número de operadores alocados à linha de reutilização de componentes. Como observado na Tabela 2, os volumes variam ao longo dos anos do projeto. Neste sentido, a empresa decidiu reduzir o número de operadores alocados à linha de reutilização de componentes, função da redução do volume da linha do produto A e por consequência redução do número de unidades rejeitadas.

Na rubrica “Custos”, e baseado nas premissas definidas, apresentam-se os valores despendidos pela empresa na sua operação anual ao longo dos anos do projeto.



Na Demonstração de Resultados, secção do Mapa de Fluxos Financeiros, calculou-se o Resultado Líquido. Em primeiro lugar determinou-se o Lucro Tributável subtraindo os Custos aos Proveitos. Sobre este valor, aplicou-se o Imposto sobre o Lucro. Por fim, o Resultado Líquido resulta da subtração do Imposto sobre o Lucro Tributável.

Para dar início à análise dos Fluxos de Caixa, em primeiro lugar foram definidos os valores associados à Atividade Operacional do projeto. Nesta rubrica, derivando da Demonstração de Resultados, estão as parcelas Resultado Líquido e o valor gasto em Amortizações ao longo dos anos do projeto. Relativamente à Atividade de Investimento, o único valor a considerar é o do investimento realizado pela empresa na compra e instalação das máquinas e postos de trabalho. Por este facto, verificou-se que o Valor Residual do Investimento em Capital Fixo foi zero, porque o período de amortização do investimento corresponde ao tempo de vida do projeto.

Não tendo a empresa necessitado de recorrer a empréstimos de capital para o investimento realizado, as parcelas Empréstimos Obtidos e Reembolsos Empréstimos não são consideradas no cálculo.

Para finalizar o mapa financeiro do projeto, determinou-se o Fluxo de Caixa do Projeto ao longo dos anos, somando todas as parcelas referentes ao Mapa de Fluxos de Caixa.

Na análise de custos do projeto e aferição da viabilidade do projeto, determinaram-se dois parâmetros: o VAL e a TIR.

Em primeiro lugar determinou-se o VAL: caso este valor seja maior que zero, o projeto é viável. Em seguida, calculou-se a TIR: igualando a equação do VAL a zero, tendo como incógnita o valor de  $i$ , extrai-se o valor da TIR. Caso o valor da TIR seja superior ao do Custo de Capital, o projeto é considerado viável. Por fim, para obtenção de um valor indicativo do tempo de retorno do investimento, determinou-se a PRI. Através da soma dos valores de Fluxo de Caixa do projeto, calculou-se o valor acumulado descontado ao longo do projeto e quando este é positivo, atinge-se o PRI do projeto.

Após a explicação da metodologia de cálculo utilizada na análise de investimento, definiram-se as condições a aplicar em cada um dos cenários analisados, nomeadamente:

- **Cenário “Previsões”**

Neste cenário, considerado o “ideal”, o valor da rejeição que provém da linha de montagem do produto A não teve variação ao longo do tempo e os valores de capacidade produtiva da linha de reutilização de componentes e *Debonding* são de 100%, isto é, todos os *Display* são reutilizados.



- **Cenário “Real”**

Com base no número de unidades não conformes da linha de produção do produto A, determinou-se a quantidade de rejeição relativa aos últimos 8 meses. Verificou-se que o valor real da rejeição era de 2%, contrariamente aos 4% previstos inicialmente.

Na parametrização das capacidades produtivas das linhas de reutilização de componentes e *Debonding* foram consideradas abordagens diferentes. No caso da linha de reutilização de componentes, o processo é novo e será alvo de ciclos iterativos de melhoria contínua, considerando-se 80% como o valor inicial. Quanto à capacidade produtiva do processo de *Debonding*, já implementado na empresa, a sua capacidade é de 95%.

- **Cenários 1 a 8**

Nos cenários hipotéticos que foram analisados, definiram-se quatro conjuntos de situações. Segundo a análise realizada na determinação da percentagem de produtos rejeitados pela linha de produção do produto A, verificou-se que das variáveis em estudo esta é a que apresenta maior variação. Tendo como referência a quantidade de unidades rejeitadas no cenário “Previsões”, para os cenários 1 e 2 foi considerado um aumento da rejeição de 25%, para os cenários 3 e 4 um decréscimo da rejeição de 25%, para os cenários 5 e 6 um decréscimo de 50% e para os cenários 7 e 8 um decréscimo de 75%.

Relativamente à capacidade produtiva da linha de reutilização de componentes e à linha de *Debonding* consideraram-se duas situações, que foram analisadas para cada um dos valores de variação da rejeição. Assim, para os cenários 1, 3, 5 e 7 consideraram-se os mesmos valores do cenário “Real”: 80% para a capacidade produtiva da linha de reutilização de componentes e 95% para a capacidade produtiva do *Debonding*. Nos cenários 2, 4, 6 e 8 foram simuladas condições abaixo dos padrões esperados para a linha de reutilização de componentes e de *Debonding*: 70% para a primeira e 85% para a segunda.

Na Tabela 6 apresenta-se o resumo dos valores usados para os cálculos:

Tabela 6 - Condições base para cada cenário estudado

	CONDIÇÕES									
	Previsões	Real	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4	Cenário 5	Cenário 6	Cenário 7	Cenário 8
<b>Variação Rejeição [Produto A] (%)</b>	0%	-2%	25%	25%	-25%	-25%	-50%	-50%	-75%	-75%
<b>Capacidade produtiva da linha (%)</b>	100%	80%	80%	70%	80%	70%	80%	70%	80%	70%
<b>Capacidade produtiva Debonding (%)</b>	100%	95%	95%	85%	95%	85%	95%	85%	95%	85%

Após se conhecerem os valores do investimento realizado, os custos associados à linha de reutilização de componentes, definidas as premissas do projeto e, por fim, conhecidas as condições fronteira para



cada um dos cenários analisados, fizeram-se os mapas financeiros para análise dos diferentes cenários apresentados e avaliação da viabilidade do investimento para cada um deles que podem ser consultados nos anexos I, II, III, IV, V, VI, VII e VIII.

Com base nos cálculos efetuados, obtiveram-se os resultados para a análise de viabilidade do VAL e da TIR. Após a análise de viabilidade, determinou-se o PRI, ou seja, o período de tempo necessário para que o investimento seja considerado recuperado.

Na Tabela 7 apresentam-se os resultados obtidos:

Tabela 7 - Resumo dos resultados para os cenários analisados

	RESULTADOS									
	Previsões	Real	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4	Cenário 5	Cenário 6	Cenário 7	Cenário 8
Valor Atual Líquido (VAL) (UM)	9 582 737,82	6 948 033,70	9 066 534,04	6 937 193,42	5 143 385,26	3 866 238,30	3 193 454,62	2 355 648,52	1 277 095,19	876 086,82
Taxa Interna de Rentabilidade (TIR) (%)	760,21%	557,68%	720,57%	556,84%	418,53%	319,58%	266,35%	199,63%	111,66%	77,89%
Período de Recuperação do Investimento (PRI) (Nº Dias)	35	35	44	44	27	27	18	18	9	9

Tendo toda a informação reunida e os cálculos efetuados, analisaram-se os resultados obtidos.

Numa análise inicial, verifica-se que, contrariamente ao que poderá acontecer na linha de produção do produto A, no caso da linha de reutilização de componentes o aumento de rejeição é benéfico. Neste caso, quantos mais produtos da linha de produção do produto A forem rejeitados, maior é o volume de unidades a serem processadas pela linha de reutilização de componentes. Nos cenários 1 e 2 estudou-se esta variação de rejeição. Ao aumentar o número de unidades rejeitadas e diminuir a capacidade produtiva de ambas as linhas, os proveitos obtidos são idênticos aos obtidos no cenário “Real”, em que a capacidade se encontra nos valores previstos. Nas condições apresentadas, e apesar da diminuição nos valores do VAL e da TIR, e das variações das capacidades produtivas, a linha mostra-se viável e rentável. Por fim, comparando com o cenário “Previsões” e “Real” verificou-se um aumento, residual e pouco significativo, no período de recuperação do investimento de 35 para 44 dias.

De seguida analisaram-se os cenários menos favoráveis para a linha de reutilização de componentes. Considerando para cada par de cenários um decréscimo de rejeição de 25%, e variando as capacidades produtivas da linha de reutilização de componentes e de *Debonding*, concluiu-se que, mesmo no caso extremo do cenário 8, a linha de reutilização de componentes é viável. Em cada par de cenários, apesar da redução progressiva do número de unidades processadas, função da diminuição da capacidade produtiva das duas linhas, importa salientar que no caso dos cenários 4, 5 e 6, a partir do ano 5 a linha apresenta prejuízo e nos cenários 7 e 8 este prejuízo inicia-se a partir do ano 4 do investimento. Apesar





disso, devido ao valor do *Display*, que representa cerca de 35% do custo do produto A o investimento é sempre recuperado no 1º ano.

Uma vez que a BCMP definiu para este projeto que o número de operadores seria ajustado em função dos volumes da linha de reutilização de componentes, importa salientar que, independentemente do número de unidades processadas, a redução de mão-de-obra direta iria reforçar ainda mais a viabilidade e rentabilidade desta linha.

Com base nos resultados obtidos na análise financeira, e tendo em consideração todos os fatores internos e externos, realizou-se uma análise *SWOT* à linha de reutilização de componentes (Figura 21).



Figura 21 - Análise SWOT à linha de reutilização de componentes

Relativamente às **“Forças”** deste projeto, a equipa de trabalho, motivada pelo suporte dado pela Administração da empresa para que este processo fosse implementado com a brevidade possível, foi impulsionada a encontrar, de forma expedita, uma solução simples que satisfizesse os seus objetivos. A estes fatores, alia-se o elevado e rápido retorno obtido, em resultado do peso do custo do *Display* no custo total do produto A. Devido à exigência de algumas tarefas da linha de reutilização de componentes, e de forma a motivar os operadores, será implementada uma rotatividade entre os postos de trabalho de duas em duas horas, retirando-se o fator “monotonia” ao seu trabalho. Isto irá contribuir para reduzir número de acidentes de trabalho e aumentar a motivação dos operadores da linha.



Acerca das **“Fraquezas”**, e devido aos novos processos implementados, dos quais se destacam a maquinação e o polimento, o arranque das operações desta linha ocorrerá de uma forma gradual, o que irá refletir-se na capacidade produtiva da linha. Por esse motivo, a capacidade produtiva inicial é menor. Por se encontrar na fase de arranque de produção, a Produção terá de se focar na melhoria de alguns dos processos implementados. Na maquinação tornar-se-á essencial a otimização do sistema de extração de partículas que se podem alojar no interior do *Display*. Quanto ao processo de corte da camada de corte, deverá ser revisto o material usado para se fazer esse corte, pois detetou-se que este é excessivamente quebradiço. Por fim, para a operação de polimento, verificou-se a limitação deste processo em virtude da falta de controlo da força aplicada pelo operador durante o processo.

Apesar de limitadas, encontraram-se como **“Oportunidades”** para esta linha a criação de *setups* ajustáveis à especificidade de cada produto, ou até mesmo, utilizar esta linha como base de trabalho para a criação de outras semelhantes. Caso existam produtos com uma estrutura semelhante, e se justifique a separação dos componentes para o seu reaproveitamento, independentemente da sua geometria, com a adaptação do JIG e do sistema de fixação à máquina CNC, a linha de reutilização de componentes poderá ser adaptada. Não sendo possível que tal ocorra, a linha de reutilização de componentes pode servir de base de trabalho para a criação de linhas semelhantes.

Apesar da evidência da utilidade da linha de reutilização de componentes, esta não deve ser vista como um meio para atingir um fim. Assim, como **“Ameaça”**, verificou-se que a implementação desta linha pode causar relaxamento por parte dos trabalhadores da linha do produto A.



Implementação de um novo processo produtivo para reutilização de componentes



## 6. CONCLUSÃO

### 6.1 Contribuições do trabalho realizado

Associado a dois processos com índices de rejeição elevados para os padrões da empresa e alinhado com o projeto “*Go For Profit*”, o Departamento de Produção, incentivado pela Administração da empresa, iniciou o estudo de implementação de uma nova linha produtiva capaz de separar e permitir a reutilização de componentes.

O P-FMEA, ferramenta *Lean* útil e dinâmica para este tipo de projetos, constituiu um elemento chave na procura das soluções técnicas simples definidas, na criação de uma instrução de trabalho simples e explícita e na definição de um número de postos de trabalho reduzido. Ao longo das reuniões da equipa do P-FMEA, observou-se que a interdisciplinaridade da equipa foi um contributo importante no encontro da solução económica e eficaz implementada.

Através do conhecimento dos dados do investimento, dos volumes produtivos e da taxa de rejeição previstos para o produto A, foi possível definir cenários para análise e avaliação. O estudo realizado permitiu aferir a viabilidade do projeto, que contribuirá para a redução do prejuízo registado até à data da sua implementação. Em comparação com outros investimentos efetuados na empresa (por exemplo, uma linha de inserção de componentes em PCB pode significar um investimento e custos entre 3 a 5 milhões de euros), a implementação desta linha é viável, mesmo no cenário menos otimista onde se obteve uma TIR de 76%. O reduzido volume de investimento, aliado aos consideráveis valores de rejeição e ao elevado custo do *Display* no preço total do produto A, amplificam a necessidade da sua implementação.

Outra mais-valia desta linha está na sua rentabilidade a curto prazo. Isto é, em qualquer um dos cenários analisados é possível recuperar o capital investido no 1º ano da sua implementação.

### 6.2 Limitações do trabalho realizado

O foco inicialmente previsto da presente dissertação era a otimização da linha de reutilização de componentes que deveria ter ocorrido em julho de 2019. No entanto, a sua implementação foi adiada para outubro de 2019. Por este motivo, reajustaram-se os objetivos desta dissertação, sendo o principal a análise de viabilidade do investimento realizado pela empresa.

Apesar da mudança nos objetivos desta dissertação, devido à sensibilidade e confidencialidade dos dados necessários para os cálculos, a dificuldade na sua recolha persistiu. Ainda, devido a questões de



confidencialidade, a apresentação de imagens ilustrativas dos dois processos produtivos analisados foi limitada pela empresa.

### 6.3 Trabalho futuro

No futuro a empresa deve iniciar o ciclo de melhoria contínua da linha de reutilização de componentes. Por ser o primeiro trabalho deste tipo na empresa, o processo de reutilização de componentes tem potencial para ser melhorado, como comprovado pelo baixo valor (80%) presumido para a capacidade produtiva da linha. Como tal, a empresa deve reunir novamente a equipa do P-FMEA, e, através da atualização e análise dos dados produtivos, definir os pontos onde pode e deve atuar para melhorar o processo. Alguns dos pontos em análise neste trabalho deverão ser as operações de corte da camada de cola e de polimento. No caso da primeira, é aconselhável estudar-se uma solução mais robusta que evite a quebra do fio de corte durante a operação de separação do Suporte e do *Display*. Relativamente à operação de polimento, a aplicação de uma ferramenta que controle a força exercida sobre a superfície posterior do *Display* pode ser uma mais valia para a redução da rejeição associada à aplicação de força excessiva durante esta operação.

Uma vez que esta linha de reutilização de componentes é um projeto pioneiro na empresa no reaproveitamento de componentes, e existindo outros produtos que também recorrem aos processos de colagem e *Bonding*, foi criada uma base de trabalho consistente para que, adicionando outros *setup's* a esta linha ou através da criação de novas linhas do género, se possa reduzir ainda mais o prejuízo inerente a estes dois processos de fabrico. Além de intervir no processo de reutilização de componentes, aconselha-se a empresa a investigar melhores soluções técnicas para os processos de *Bonding* e colagem, para no caso ideal, se evitar o investimento em processos semelhantes.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abecassis, F., & Cabral, N. J. (2000). *Análise económica e financeira de projectos (4ª Ed.)*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Akalu, M. M. (2001). Re-examining project appraisal and control: Developing a focus on wealth creation. *International Journal of Project Management*, 19(7), 375–383. [https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(00\)00019-3](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(00)00019-3)
- Au, T., & Au, T. P. (1992). *Engineering economics for capital investment analysis*. Prentice Hall.
- Barros, C. P. (2007). *Avaliação Financeira de Projectos de Investimento* (E. Editora, Ed.). Lisboa.
- Bell, S. (2005). Lean Enterprise Systems: Using IT for Continuous Improvement. In *Lean Enterprise Systems: Using IT for Continuous Improvement (Vol.33)*. <https://doi.org/10.1002/0471756466>
- Bosch. (2012). *Quality Management in the Bosch Group: 14. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*.
- Bosch. (2015). The Bosch Production System (BPS).
- Bosch. (2018). *Disassembly and Recursion*. Braga.
- Carvalho, D. (2003). Produtividade Portuguesa. Retrieved October 26, 2019, from <http://pessoais.dps.uminho.pt/jdac/apontamentos/Produtividade/produtividade.html>
- Carvalho, D. (2010). *Cultura “Lean” nas Organizações Portuguesas*. Retrieved from <http://pessoais.dps.uminho.pt/jdac/outros/Cultura Lean em Portugal.pdf>
- Cebola, A. (2011). *Projetos de Investimento de PME - Elaboração e Análise (2ª Ed.)*. Lisboa: Edições Sílabo.
- Damodaran, A. (2001). *Corporate Finance: Theory and Practice*. Retrieved from <http://mendeley.csuc.cat/fitxers/da91225d66abac05a1bd32bc2a5bd000>
- Dombrowski, U., & Mielke, T. (2013). Lean Leadership - Fundamental principles and their application. *Procedia CIRP*, 7, 569–574. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2013.06.034>
- Fine, L. G. (2009). *The SWOT Analysis: Using Your Strength to Overcome Weaknesses, Using Opportunities to Overcome Threats* (CreateSpac; L. Kick It, Ed.).
- Fujimoto, T. (1999). *Evolution of Manufacturing Systems at Toyota* (1st ed.; Oxford university press, Ed.). Retrieved from citeulike-article-id:3103989
- Gao, S., & Low, S. P. (2014). The Toyota Way model: An alternative framework for lean construction. In *Total Quality Management and Business Excellence* (Vol. 25). <https://doi.org/10.1080/14783363.2013.820022>
- Gong, Q., Wang, S., & Lai, K. K. (2009). Stochastic analysis of TPS: Expose and eliminate variability by



- highly specifying WCP. *International Journal of Production Research*, 47(3), 751–775.  
<https://doi.org/10.1080/00207540701452167>
- Grout, J. R., & Toussaint, J. S. (2010). Mistake-proofing healthcare: Why stopping processes may be a good start. *Business Horizons*, 53(2), 149–156. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2009.10.007>
- Harlow, H. F. (1983). *Fundamentals for preparing psychology journal articles*.
- Holweg, M. (2007). The genealogy of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(2), 420–437. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2006.04.001>
- Hutchins, D. C. (2008). *Hoshin Kanri: the strategic approach to continuous improvement*. Gower.
- Liker, J. K., & Meier, D. (2006). The Toyota Way Fieldbook. Retrieved October 24, 2019, from McGraw-Hill website: [https://www.researchgate.net/publication/271764079\\_The\\_Toyota\\_Way\\_Fieldbook](https://www.researchgate.net/publication/271764079_The_Toyota_Way_Fieldbook)
- Liker, Jeffrey K. (2004). *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. McGraw-Hill.
- Liker, Jeffrey K., & Lamb, T. (2000). Lean Manufacturing Principles Guide. Retrieved October 24, 2019, from National Steel & Shipbuilding Co. (versão 0.5) website: <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a450192.pdf>
- McDermott, R. E., Mikulak, R. J., & Beauregard, M. R. (2009). *The basics of FMEA (2<sup>a</sup> Ed.)*. CRC Press.
- Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: What lean thinking has to offer the process industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6 A), 662–673.  
<https://doi.org/10.1205/cherd.04351>
- Mihai Apreutesei, Suciú Emil, & Roxana Arvinte. (2010). *Lean Manufacturing - A Powerfull Tool for Reducing Waste During the Processes*. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/49588614\\_Lean\\_Manufacturing\\_-\\_A\\_Powerfull\\_Tool\\_for\\_Reducing\\_Waste\\_During\\_the\\_Processes](https://www.researchgate.net/publication/49588614_Lean_Manufacturing_-_A_Powerfull_Tool_for_Reducing_Waste_During_the_Processes)
- Monden, Y. (1998). *Toyota production system: an integrated approach to just-in-time*. Engineering & Management Press.
- Monden, Y. (2011). *Toyota Production System: an integrated approach to Just-In-Time*.
- Neves, J. C. das. (2002). *Avaliação de Empresas e Negócios*. Lisboa: McGraw-Hill.
- O'Brien, R. (1998). *An Overview of the Methodological Approach of Action Research*. Retrieved from <https://youthsextion.files.wordpress.com/2011/04/14action-research.pdf>
- Ortiz, C. A. (2006). *Kaizen assembly: designing, constructing, and managing a lean assembly line*. CRC Taylor & Francis.
- Pershing, J. A. (2006). Looking Forward in Human Performance Technology. In D. Van Tiem (Ed.),



- Handbook of Human Performance Technology* (3rd ed., pp. 1085–1274). San Francisco: Pfeiffer.
- Pinto, J. P. (2009). *Pensamento Lean - A Filosofia das Organizações Vencedoras*. Lisboa: Lidel - Edições Técnicas, Lda.
- Rodrigues, J. C. (1999). *Gestão de Empreendimentos - A Componente de Gestão da Engenharia* (L. IDTec, Ed.). Coimbra.
- S. Obara, & D. Wilburn. (2012). *Toyota by Toyota: Reflections from the Inside Leaders on the Techniques That Revolutionized the Industry - CRC Press Book*. Retrieved from <https://www.crcpress.com/Toyota-by-Toyota-Reflections-from-the-Inside-Leaders-on-the-Techniques/Obara-Wilburn/p/book/9781439880753>
- Samuelson, L. (2005). Economic theory and experimental economics. *Journal of Economic Literature*, 43(1), 65–107. <https://doi.org/10.1257/0022051053737816>
- Spear, S. J., & Bowen, H. K. (1999). Decoding the DNA of the Toyota Production System. Retrieved October 24, 2019, from [https://www.researchgate.net/publication/200552318\\_Decoding\\_the\\_DNA\\_of\\_the\\_Toyota\\_Production\\_System](https://www.researchgate.net/publication/200552318_Decoding_the_DNA_of_the_Toyota_Production_System)
- Stamatis, D. H. (2003). *Failure mode and effect analysis: FMEA from theory to execution*. ASQC Quality Press.
- Suzaki, K. (1987). *The new manufacturing challenge: techniques for continuous improvement*. Free Press.
- Suzaki, K. (2010). Gestão de Operações: Metodologias Kaizen para Melhoria Contínua. In LeanOp (Ed.), *Metodologias Kaizen para a Melhoria Contínua*.
- Van Scyoc, K. (2008). Process safety improvement-Quality and target zero. *Journal of Hazardous Materials*, 159(1), 42–48. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.02.036>
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1991). *The machine that changed the world: how Japan's secret weapon in the global auto wars will revolutionize western industry*. HarperPerennial.
- Worley, J. M., & Doolen, T. L. (2006). The role of communication and management support in a lean manufacturing implementation. *Management Decision*, 44(2), 228–245. <https://doi.org/10.1108/00251740610650210>



**ANEXO I – MAPA DE FLUXOS FINANCEIROS DO CENÁRIO “PREVISÕES”**

DEMONSTRAÇÃO DE RESULTADOS								
Ano		Ano 0 (2019)	Ano 1 (2020)	Ano 2 (2021)	Ano 3 (2022)	Ano 4 (2023)	Ano 5 (2024)	Ano 6 (2025)
Volume da linha [PREVISÃO] (Unids.)		0	43 948	35 435	18 849	5 449	2 333	269
Variação Rejeição [Produto A] (%)		0%						
Volume da linha após variação da rejeição (Unids.)		0	43 948	35 435	18 849	5 449	2 333	269
Custo Display (UM)		182,13						
Nº Operadores		4	4	4	4	3	2	2
Capacidade produtiva da linha (%)		100%						
Volume da linha [EFETIVO] (Unids.)		0	43 948	35 435	18 849	5 449	2 333	269
Capacidade produtiva Debonding (%)		100%						
Display's reutilizados (Unids.)		0	43 948	35 435	18 849	5 449	2 333	269
Proveitos (UM)		0,00	8 004 322,68	6 453 832,35	3 433 059,20	992 409,03	424 898,73	48 942,65
Custos (UM)	Materiais Diretos (Consumíveis)	0,00	1 000 540,34	806 729,04	429 132,40	124 051,13	53 112,34	6 117,83
	Mão-de-obra Direta	0,00	89 089,00	89 089,00	89 089,00	66 816,75	44 544,50	44 544,50
	Equipamentos	756 456,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Gastos Gerais de Fabrico (Aluguer / Eletricidade / Água)	0,00	600 324,20	484 037,43	257 479,44	74 430,68	31 867,40	3 670,70
	Amortizações	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18
Lucro Tributável (UM)		0,00	6 206 303,97	4 965 911,70	2 549 293,18	619 045,30	187 309,31	-113 455,56
Imposto sobre Lucro (UM)		0,00	1 241 260,79	993 182,34	509 858,64	123 809,06	37 461,86	0,00
Resultado Líquido (UM)		0,00	4 965 043,17	3 972 729,36	2 039 434,55	495 236,24	149 847,44	0,00
MAPA DE FLUXOS DE CAIXA								
Atividades Operacionais	Resultado Líquido (UM)	0,00	4 965 043,17	3 972 729,36	2 039 434,55	495 236,24	149 847,44	0,00
	Amortizações (UM)	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18
Atividades Investimento	Investimento em Capital Fixo (ICF) [UM]	-756 456,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Investimento em Fundo de Maneio (IFM) [UM]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Valor Residual ICF (UM)							0,00
	Valor Residual IFM (UM)							0,00
Empréstimos obtidos (UM)								
Reembolso Empréstimos (UM)								
Fluxo de Caixa do Projeto (UM)		-648 391,07	5 073 108,35	4 080 794,54	2 147 499,73	603 301,41	257 912,62	108 065,18
Valor Atual Líquido (VAL) (UM)		-648 391,07	4 611 916,68	3 372 557,47	1 613 448,33	412 062,98	160 143,45	60 999,98
Taxa Interna de Rentabilidade (TIR) (%)		760,21%						
Período de Recuperação do Investimento (PRI)		-648 391,07	4 424 717,28	8 505 511,82	10 653 011,55	11 256 312,97	11 514 225,59	11 622 290,77
								<b>TOTAL</b>

**ANEXO II – MAPA DE FLUXOS FINANCEIROS DO CENÁRIO “REAL”**

DEMONSTRAÇÃO DE RESULTADOS								
Ano		Ano 0 (2019)	Ano 1 (2020)	Ano 2 (2021)	Ano 3 (2022)	Ano 4 (2023)	Ano 5 (2024)	Ano 6 (2025)
Volume da linha [PREVISÃO] (Unids.)		0	43 948	35 435	18 849	5 449	2 333	269
Variação Rejeição [Produto A] (%)		-2%						
Volume da linha após variação da rejeição (Unids.)		0	43 069	34 726	18 472	5 340	2 286	263
Custo Display (UM)		182,13						
Nº Operadores		4	4	4	4	3	2	2
Capacidade produtiva da linha (%)		80%						
Volume da linha [EFETIVO] (Unids.)		0	34 455	27 781	14 778	4 272	1 829	211
Capacidade produtiva Debonding (%)		95%						
Display's reutilizados (Unids.)		0	32 732	26 392	14 039	4 058	1 738	200
Proveitos (UM)		0,00	5 961 619,53	4 806 814,34	2 556 942,50	739 146,25	316 464,57	36 452,48
Custos (UM)	Materiais Diretos (Consumíveis)	0,00	745 202,44	600 851,79	319 617,81	92 393,28	39 558,07	4 556,56
	Mão-de-obra Direta	0,00	89 089,00	89 089,00	89 089,00	66 816,75	44 544,50	44 544,50
	Equipamentos	756 456,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Gastos Gerais de Fabrico (Aluguer / Eletricidade / Água)	0,00	447 121,47	360 511,08	191 770,69	55 435,97	23 734,84	2 733,94
	Amortizações	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18
	Lucro Tributável (UM)	0,00	4 572 141,45	3 648 297,29	1 848 399,82	416 435,07	100 561,98	-123 447,69
Imposto sobre Lucro (UM)		0,00	914 428,29	729 659,46	369 679,96	83 287,01	20 112,40	0,00
Resultado Líquido (UM)		0,00	3 657 713,16	2 918 637,83	1 478 719,85	333 148,05	80 449,58	0,00
MAPA DE FLUXOS DE CAIXA								
Atividades Operacionais	Resultado Líquido (UM)	0,00	3 657 713,16	2 918 637,83	1 478 719,85	333 148,05	80 449,58	0,00
	Amortizações (UM)	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18
Atividades Investimento	Investimento em Capital Fixo (ICF) (UM)	-756 456,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Investimento em Fundo de Maneio (IFM) (UM)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Valor Residual ICF (UM)							0,00
	Valor Residual IFM (UM)							0,00
Empréstimos obtidos (UM)								
Reembolso Empréstimos (UM)								
Fluxo de Caixa do Projeto (UM)		-648 391,07	3 765 778,34	3 026 703,01	1 586 785,03	441 213,23	188 514,76	108 065,18
Valor Atual Líquido (VAL) (UM)		-648 391,07	3 423 434,85	2 501 407,45	1 192 175,08	301 354,57	117 052,84	60 999,98
Taxa Interna de Rentabilidade (TIR) (%)		557,68%						
Período de Recuperação do Investimento (PRI)		-648 391,07	3 117 387,27	6 144 090,28	7 730 875,31	8 172 088,54	8 360 603,31	8 468 668,49
								<b>TOTAL</b>
								6 948 033,70

**ANEXO III – MAPA DE FLUXOS FINANCEIROS DO CENÁRIO 1**

DEMONSTRAÇÃO DE RESULTADOS								
Ano		Ano 0 (2019)	Ano 1 (2020)	Ano 2 (2021)	Ano 3 (2022)	Ano 4 (2023)	Ano 5 (2024)	Ano 6 (2025)
Volume da linha [PREVISÃO] (Unids.)		0	43 948	35 435	18 849	5 449	2 333	269
Variação Rejeição [Produto A] (%)		25%						
Volume da linha após variação da rejeição (Unids.)		0	54 935	44 294	23 562	6 811	2 916	336
Custo Display (UM)		182,13						
Nº Operadores		4	4	4	4	3	2	2
Capacidade produtiva da linha (%)		80%						
Volume da linha [EFETIVO] (Unids.)		0	43 948	35 435	18 849	5 449	2 333	269
Capacidade produtiva Debonding (%)		95%						
Display's reutilizados (Unids.)		0	41 750	33 663	17 907	5 176	2 216	255
Proveitos (UM)		0,00	7 604 106,55	6 131 140,74	3 261 406,24	942 788,58	403 653,79	46 495,51
Custos (UM)	Materiais Diretos (Consumíveis)	0,00	950 513,32	766 392,59	407 675,78	117 848,57	50 456,72	5 811,94
	Mão-de-obra Direta	0,00	89 089,00	89 089,00	89 089,00	66 816,75	44 544,50	44 544,50
	Equipamentos	756 456,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Gastos Gerais de Fabrico (Aluguer / Eletricidade / Água)	0,00	570 307,99	459 835,56	244 605,47	70 709,14	30 274,03	3 487,16
	Amortizações	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18
	Lucro Tributável (UM)	0,00	5 886 131,06	4 707 758,41	2 411 970,82	579 348,93	170 313,36	-115 413,27
Imposto sobre Lucro (UM)		0,00	1 177 226,21	941 551,68	482 394,16	115 869,79	34 062,67	0,00
Resultado Líquido (UM)		0,00	4 708 904,85	3 766 206,73	1 929 576,65	463 479,15	136 250,69	0,00
MAPA DE FLUXOS DE CAIXA								
Atividades Operacionais	Resultado Líquido (UM)	0,00	4 708 904,85	3 766 206,73	1 929 576,65	463 479,15	136 250,69	0,00
	Amortizações (UM)	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18
Atividades Investimento	Investimento em Capital Fixo (ICF) (UM)	-756 456,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Investimento em Fundo de Maneio (IFM) (UM)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Valor Residual ICF (UM)							0,00
	Valor Residual IFM (UM)							0,00
Empréstimos obtidos (UM)								
Reembolso Empréstimos (UM)								
Fluxo de Caixa do Projeto (UM)		-648 391,07	4 816 970,03	3 874 271,91	2 037 641,83	571 544,33	244 315,86	108 065,18
Valor Atual Líquido (VAL) (UM)		-648 391,07	4 379 063,66	3 201 877,61	1 530 910,47	390 372,46	151 700,93	60 999,98
Taxa Interna de Rentabilidade (TIR) (%)		720,57%						
Período de Recuperação do Investimento (PRI)		-648 391,07	4 168 578,96	8 042 850,86	10 080 492,69	10 652 037,02	10 896 352,88	11 004 418,06
								<b>TOTAL</b>
								9 066 534,04

**ANEXO IV – MAPA DE FLUXOS FINANCEIROS DO CENÁRIO 2**

DEMONSTRAÇÃO DE RESULTADOS								
Ano		Ano 0 (2019)	Ano 1 (2020)	Ano 2 (2021)	Ano 3 (2022)	Ano 4 (2023)	Ano 5 (2024)	Ano 6 (2025)
Volume da linha [PREVISÃO] (Unids.)		0	43 948	35 435	18 849	5 449	2 333	269
Variação Rejeição [Produto A] (%)		25%						
Volume da linha após variação da rejeição (Unids.)		0	54 935	44 294	23 562	6 811	2 916	336
Custo Display (UM)		182,13						
Nº Operadores		4	4	4	4	3	2	2
Capacidade produtiva da linha (%)		70%						
Volume da linha [EFETIVO] (Unids.)		0	38 454	31 005	16 493	4 768	2 041	235
Capacidade produtiva Debonding (%)		85%						
Display's reutilizados (Unids.)		0	32 686	26 355	14 019	4 053	1 735	200
Proveitos (UM)		0,00	5 953 215,00	4 800 037,81	2 553 337,78	738 104,22	316 018,43	36 401,09
Custos (UM)	Materiais Diretos (Consumíveis)	0,00	744 151,87	600 004,73	319 167,22	92 263,03	39 502,30	4 550,14
	Mão-de-obra Direta	0,00	89 089,00	89 089,00	89 089,00	66 816,75	44 544,50	44 544,50
	Equipamentos	756 456,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Gastos Gerais de Fabrico (Aluguer / Eletricidade / Água)	0,00	446 491,12	360 002,84	191 500,33	55 357,82	23 701,38	2 730,08
	Amortizações	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18
	Lucro Tributável (UM)	0,00	4 565 417,82	3 642 876,07	1 845 516,05	415 601,44	100 205,07	-123 488,80
Imposto sobre Lucro (UM)		0,00	913 083,56	728 575,21	369 103,21	83 120,29	20 041,01	0,00
Resultado Líquido (UM)		0,00	3 652 334,25	2 914 300,86	1 476 412,84	332 481,16	80 164,05	0,00
MAPA DE FLUXOS DE CAIXA								
Atividades Operacionais	Resultado Líquido (UM)	0,00	3 652 334,25	2 914 300,86	1 476 412,84	332 481,16	80 164,05	0,00
	Amortizações (UM)	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18
Atividades Investimento	Investimento em Capital Fixo (ICF) (UM)	-756 456,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Investimento em Fundo de Maneio (IFM) (UM)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Valor Residual ICF (UM)							0,00
	Valor Residual IFM (UM)							0,00
Empréstimos obtidos (UM)								
Reembolso Empréstimos (UM)								
Fluxo de Caixa do Projeto (UM)		-648 391,07	3 760 399,43	3 022 366,04	1 584 478,02	440 546,33	188 229,23	108 065,18
Valor Atual Líquido (VAL) (UM)		-648 391,07	3 418 544,94	2 497 823,17	1 190 441,79	300 899,07	116 875,54	60 999,98
Taxa Interna de Rentabilidade (TIR) (%)		556,84%						
Período de Recuperação do Investimento (PRI)		-648 391,07	3 112 008,36	6 134 374,40	7 718 852,41	8 159 398,75	8 347 627,98	8 455 693,16
								<b>TOTAL</b>
								6 937 193,42

**ANEXO V – MAPA DE FLUXOS FINANCEIROS DO CENÁRIO 3**

DEMONSTRAÇÃO DE RESULTADOS								
Ano		Ano 0 (2019)	Ano 1 (2020)	Ano 2 (2021)	Ano 3 (2022)	Ano 4 (2023)	Ano 5 (2024)	Ano 6 (2025)
Volume da linha [PREVISÃO] (Unids.)		0	43 948	35 435	18 849	5 449	2 333	269
Variação Rejeição [Produto A] (%)		-25%						
Volume da linha após variação da rejeição (Unids.)		0	32 961	26 576	14 137	4 087	1 750	202
Custo Display (UM)		182,13						
Nº Operadores		4	4	4	4	3	2	2
Capacidade produtiva da linha (%)		80%						
Volume da linha [EFETIVO] (Unids.)		0	26 369	21 261	11 310	3 269	1 400	161
Capacidade produtiva Debonding (%)		95%						
Display's reutilizados (Unids.)		0	25 050	20 198	10 744	3 106	1 330	153
Proveitos (UM)		0,00	4 562 463,93	3 678 684,44	1 956 843,75	565 673,15	242 192,28	27 897,31
Custos (UM)	Materiais Diretos (Consumíveis)	0,00	570 307,99	459 835,56	244 605,47	70 709,14	30 274,03	3 487,16
	Mão-de-obra Direta	0,00	89 089,00	89 089,00	89 089,00	66 816,75	44 544,50	44 544,50
	Equipamentos	756 456,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Gastos Gerais de Fabrico (Aluguer / Eletricidade / Água)	0,00	342 184,79	275 901,33	146 763,28	42 425,49	18 164,42	2 092,30
	Amortizações	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18
Lucro Tributável (UM)		0,00	3 452 816,97	2 745 793,37	1 368 320,82	277 656,59	41 144,14	-130 291,83
Imposto sobre Lucro (UM)		0,00	690 563,39	549 158,67	273 664,16	55 531,32	8 228,83	0,00
Resultado Líquido (UM)		0,00	2 762 253,57	2 196 634,70	1 094 656,65	222 125,27	32 915,31	0,00
MAPA DE FLUXOS DE CAIXA								
Atividades Operacionais	Resultado Líquido (UM)	0,00	2 762 253,57	2 196 634,70	1 094 656,65	222 125,27	32 915,31	0,00
	Amortizações (UM)	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18
Atividades Investimento	Investimento em Capital Fixo (ICF) [UM]	-756 456,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Investimento em Fundo de Maneio (IFM) [UM]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Valor Residual ICF (UM)							0,00
	Valor Residual IFM (UM)							0,00
Empréstimos obtidos (UM)								
Reembolso Empréstimos (UM)								
Fluxo de Caixa do Projeto (UM)		-648 391,07	2 870 318,75	2 304 699,88	1 202 721,83	330 190,45	140 980,49	108 065,18
Valor Atual Líquido (VAL) (UM)		-648 391,07	2 609 380,68	1 904 710,64	903 622,71	225 524,52	87 537,79	60 999,98
Taxa Interna de Rentabilidade (TIR) (%)		418,53%						
Período de Recuperação do Investimento (PRI)		-648 391,07	2 221 927,68	4 526 627,56	5 729 349,39	6 059 539,84	6 200 520,33	6 308 585,51
								<b>TOTAL</b>
								5 143 385,26

**ANEXO VI – MAPA DE FLUXOS FINANCEIROS DO CENÁRIO 4**

DEMONSTRAÇÃO DE RESULTADOS								
Ano		Ano 0 (2019)	Ano 1 (2020)	Ano 2 (2021)	Ano 3 (2022)	Ano 4 (2023)	Ano 5 (2024)	Ano 6 (2025)
Volume da linha [PREVISÃO] (Unids.)		0	43 948	35 435	18 849	5 449	2 333	269
Variação Rejeição [Produto A] (%)		-25%						
Volume da linha após variação da rejeição (Unids.)		0	32 961	26 576	14 137	4 087	1 750	202
Custo Display (UM)		182,13						
Nº Operadores		4	4	4	4	3	2	2
Capacidade produtiva da linha (%)		70%						
Volume da linha [EFETIVO] (Unids.)		0	23 073	18 603	9 896	2 861	1 225	141
Capacidade produtiva Debonding (%)		85%						
Display's reutilizados (Unids.)		0	19 612	15 813	8 411	2 432	1 041	120
Proveitos (UM)		0,00	3 571 929,00	2 880 022,69	1 532 002,67	442 862,53	189 611,06	21 840,66
Custos (UM)	Materiais Diretos (Consumíveis)	0,00	446 491,12	360 002,84	191 500,33	55 357,82	23 701,38	2 730,08
	Mão-de-obra Direta	0,00	89 089,00	89 089,00	89 089,00	66 816,75	44 544,50	44 544,50
	Equipamentos	756 456,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Gastos Gerais de Fabrico (Aluguer / Eletricidade / Água)	0,00	267 894,67	216 001,70	114 900,20	33 214,69	14 220,83	1 638,05
	Amortizações	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18
	Lucro Tributável (UM)	0,00	2 660 389,02	2 106 863,97	1 028 447,96	179 408,10	-920,83	-135 137,15
Imposto sobre Lucro (UM)		0,00	532 077,80	421 372,79	205 689,59	35 881,62	0,00	0,00
Resultado Líquido (UM)		0,00	2 128 311,22	1 685 491,18	822 758,37	143 526,48	0,00	0,00
MAPA DE FLUXOS DE CAIXA								
Atividades Operacionais	Resultado Líquido (UM)	0,00	2 128 311,22	1 685 491,18	822 758,37	143 526,48	0,00	0,00
	Amortizações (UM)	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18
Atividades Investimento	Investimento em Capital Fixo (ICF) (UM)	-756 456,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Investimento em Fundo de Maneio (IFM) (UM)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Valor Residual ICF (UM)							0,00
	Valor Residual IFM (UM)							0,00
Empréstimos obtidos (UM)								
Reembolso Empréstimos (UM)								
Fluxo de Caixa do Projeto (UM)		-648 391,07	2 236 376,39	1 793 556,36	930 823,54	251 591,65	108 065,18	108 065,18
Valor Atual Líquido (VAL) (UM)		-648 391,07	2 033 069,45	1 482 277,98	699 341,51	171 840,49	67 099,97	60 999,98
Taxa Interna de Rentabilidade (TIR) (%)		319,58%						
Período de Recuperação do Investimento (PRI)		-648 391,07	1 587 985,32	3 381 541,68	4 312 365,22	4 563 956,88	4 672 022,06	4 780 087,23
								<b>TOTAL</b>
								3 866 238,30

**ANEXO VII – MAPA DE FLUXOS FINANCEIROS DO CENÁRIO 5**

DEMONSTRAÇÃO DE RESULTADOS								
Ano		Ano 0 (2019)	Ano 1 (2020)	Ano 2 (2021)	Ano 3 (2022)	Ano 4 (2023)	Ano 5 (2024)	Ano 6 (2025)
Volume da linha [PREVISÃO] (Unids.)		0	43 948	35 435	18 849	5 449	2 333	269
Variação Rejeição [Produto A] (%)		-50%						
Volume da linha após variação da rejeição (Unids.)		0	21 974	17 717	9 425	2 724	1 166	134
Custo Display (UM)		182,13						
Nº Operadores		4	4	4	4	3	2	2
Capacidade produtiva da linha (%)		80%						
Volume da linha [EFETIVO] (Unids.)		0	17 579	14 174	7 540	2 180	933	107
Capacidade produtiva Debonding (%)		95%						
Display's reutilizados (Unids.)		0	16 700	13 465	7 163	2 071	887	102
Proveitos (UM)		0,00	3 041 642,62	2 452 456,29	1 304 562,50	377 115,43	161 461,52	18 598,21
Custos (UM)	Materiais Diretos (Consumíveis)	0,00	380 205,33	306 557,04	163 070,31	47 139,43	20 182,69	2 324,78
	Mão-de-obra Direta	0,00	89 089,00	89 089,00	89 089,00	66 816,75	44 544,50	44 544,50
	Equipamentos	756 456,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Gastos Gerais de Fabrico (Aluguer / Eletricidade / Água)	0,00	228 123,20	183 934,22	97 842,19	28 283,66	12 109,61	1 394,87
	Amortizações	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18
	Lucro Tributável (UM)	0,00	2 236 159,92	1 764 810,86	846 495,82	126 810,42	-23 440,46	-137 731,11
Imposto sobre Lucro (UM)		0,00	447 231,98	352 962,17	169 299,16	25 362,08	0,00	0,00
Resultado Líquido (UM)		0,00	1 788 927,93	1 411 848,69	677 196,66	101 448,33	0,00	0,00
MAPA DE FLUXOS DE CAIXA								
Atividades Operacionais	Resultado Líquido (UM)	0,00	1 788 927,93	1 411 848,69	677 196,66	101 448,33	0,00	0,00
	Amortizações (UM)	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18
Atividades Investimento	Investimento em Capital Fixo (ICF) (UM)	-756 456,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Investimento em Fundo de Maneio (IFM) (UM)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Valor Residual ICF (UM)							0,00
	Valor Residual IFM (UM)							0,00
Empréstimos obtidos (UM)								
Reembolso Empréstimos (UM)								
Fluxo de Caixa do Projeto (UM)		-648 391,07	1 896 993,11	1 519 913,86	785 261,83	209 513,51	108 065,18	108 065,18
Valor Atual Líquido (VAL) (UM)		-648 391,07	1 724 539,19	1 256 127,16	589 978,84	143 100,55	67 099,97	60 999,98
Taxa Interna de Rentabilidade (TIR) (%)		266,35%						
Período de Recuperação do Investimento (PRI)		-648 391,07	1 248 602,04	2 768 515,91	3 553 777,74	3 763 291,25	3 871 356,43	3 979 421,61
								<b>TOTAL</b>
								3 193 454,62

**ANEXO VIII – MAPA DE FLUXOS FINANCEIROS DO CENÁRIO 6**

DEMONSTRAÇÃO DE RESULTADOS								
Ano		Ano 0 (2019)	Ano 1 (2020)	Ano 2 (2021)	Ano 3 (2022)	Ano 4 (2023)	Ano 5 (2024)	Ano 6 (2025)
Volume da linha [PREVISÃO] (Unids.)		0	43 948	35 435	18 849	5 449	2 333	269
Variação Rejeição [Produto A] (%)		-50%						
Volume da linha após variação da rejeição (Unids.)		0	21 974	17 717	9 425	2 724	1 166	134
Custo Display (UM)		182,13						
Nº Operadores		4	4	4	4	3	2	2
Capacidade produtiva da linha (%)		70%						
Volume da linha [EFETIVO] (Unids.)		0	15 382	12 402	6 597	1 907	817	94
Capacidade produtiva Debonding (%)		85%						
Display's reutilizados (Unids.)		0	13 074	10 542	5 608	1 621	694	80
Proveitos (UM)		0,00	2 381 286,00	1 920 015,13	1 021 335,11	295 241,69	126 407,37	14 560,44
Custos (UM)	Materiais Diretos (Consumíveis)	0,00	297 660,75	240 001,89	127 666,89	36 905,21	15 800,92	1 820,05
	Mão-de-obra Direta	0,00	89 089,00	89 089,00	89 089,00	66 816,75	44 544,50	44 544,50
	Equipamentos	756 456,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Gastos Gerais de Fabrico (Aluguer / Eletricidade / Água)	0,00	178 596,45	144 001,13	76 600,13	22 143,13	9 480,55	1 092,03
	Amortizações	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18
	Lucro Tributável (UM)	0,00	1 707 874,62	1 338 857,92	619 913,91	61 311,42	-51 483,78	-140 961,33
Imposto sobre Lucro (UM)		0,00	341 574,92	267 771,58	123 982,78	12 262,28	0,00	0,00
Resultado Líquido (UM)		0,00	1 366 299,70	1 071 086,34	495 931,13	49 049,14	0,00	0,00
MAPA DE FLUXOS DE CAIXA								
Atividades Operacionais	Resultado Líquido (UM)	0,00	1 366 299,70	1 071 086,34	495 931,13	49 049,14	0,00	0,00
	Amortizações (UM)	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18
Atividades Investimento	Investimento em Capital Fixo (ICF) (UM)	-756 456,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Investimento em Fundo de Maneio (IFM) (UM)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Valor Residual ICF (UM)							0,00
	Valor Residual IFM (UM)							0,00
Empréstimos obtidos (UM)								
Reembolso Empréstimos (UM)								
Fluxo de Caixa do Projeto (UM)		-648 391,07	1 474 364,87	1 179 151,52	603 996,31	157 114,32	108 065,18	108 065,18
Valor Atual Líquido (VAL) (UM)		-648 391,07	1 340 331,70	974 505,38	453 791,37	107 311,19	67 099,97	60 999,98
Taxa Interna de Rentabilidade (TIR) (%)		199,63%						
Período de Recuperação do Investimento (PRI)		-648 391,07	825 973,80	2 005 125,32	2 609 121,63	2 766 235,94	2 874 301,12	2 982 366,30
								<b>TOTAL</b>



**ANEXO IX – MAPA DE FLUXOS FINANCEIROS DO CENÁRIO 7**

DEMONSTRAÇÃO DE RESULTADOS								
Ano		Ano 0 (2019)	Ano 1 (2020)	Ano 2 (2021)	Ano 3 (2022)	Ano 4 (2023)	Ano 5 (2024)	Ano 6 (2025)
Volume da linha [PREVISÃO] (Unids.)		0	43 948	35 435	18 849	5 449	2 333	269
Variação Rejeição [Produto A] (%)		-75%						
Volume da linha após variação da rejeição (Unids.)		0	10 987	8 859	4 712	1 362	583	67
Custo Display (UM)		182,13						
Nº Operadores		4	4	4	4	3	2	2
Capacidade produtiva da linha (%)		80%						
Volume da linha [EFETIVO] (Unids.)		0	8 790	7 087	3 770	1 090	467	54
Capacidade produtiva Debonding (%)		95%						
Display's reutilizados (Unids.)		0	8 350	6 733	3 581	1 035	443	51
Proveitos (UM)		0,00	1 520 821,31	1 226 228,15	652 281,25	188 557,72	80 730,76	9 299,10
Custos (UM)	Materiais Diretos (Consumíveis)	0,00	190 102,66	153 278,52	81 535,16	23 569,71	10 091,34	1 162,39
	Mão-de-obra Direta	0,00	89 089,00	89 089,00	89 089,00	66 816,75	44 544,50	44 544,50
	Equipamentos	756 456,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Gastos Gerais de Fabrico (Aluguer / Eletricidade / Água)	0,00	114 061,60	91 967,11	48 921,09	14 141,83	6 054,81	697,43
	Amortizações	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18
	Lucro Tributável (UM)	0,00	1 019 502,87	783 828,34	324 670,82	-24 035,76	-88 025,07	-145 170,40
Imposto sobre Lucro (UM)		0,00	203 900,57	156 765,67	64 934,16	0,00	0,00	0,00
Resultado Líquido (UM)		0,00	815 602,30	627 062,67	259 736,66	0,00	0,00	0,00
MAPA DE FLUXOS DE CAIXA								
Atividades Operacionais	Resultado Líquido (UM)	0,00	815 602,30	627 062,67	259 736,66	0,00	0,00	0,00
	Amortizações (UM)	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18
Atividades Investimento	Investimento em Capital Fixo (ICF) (UM)	-756 456,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Investimento em Fundo de Maneio (IFM) (UM)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Valor Residual ICF (UM)							0,00
	Valor Residual IFM (UM)							0,00
Empréstimos obtidos (UM)								
Reembolso Empréstimos (UM)								
Fluxo de Caixa do Projeto (UM)		-648 391,07	923 667,47	735 127,85	367 801,83	108 065,18	108 065,18	108 065,18
Valor Atual Líquido (VAL) (UM)		-648 391,07	839 697,70	607 543,68	276 334,96	73 809,97	67 099,97	60 999,98
Taxa Interna de Rentabilidade (TIR) (%)		111,66%						
Período de Recuperação do Investimento (PRI)		-648 391,07	275 276,40	1 010 404,25	1 378 206,09	1 486 271,27	1 594 336,44	1 702 401,62
								<b>TOTAL</b>

**ANEXO X – MAPA DE FLUXOS FINANCEIROS DO CENÁRIO 8**

DEMONSTRAÇÃO DE RESULTADOS								
Ano		Ano 0 (2019)	Ano 1 (2020)	Ano 2 (2021)	Ano 3 (2022)	Ano 4 (2023)	Ano 5 (2024)	Ano 6 (2025)
Volume da linha [PREVISÃO] (Unids.)		0	43 948	35 435	18 849	5 449	2 333	269
Variação Rejeição [Produto A] (%)		-75%						
Volume da linha após variação da rejeição (Unids.)		0	10 987	8 859	4 712	1 362	583	67
Custo Display (UM)		182,13						
Nº Operadores		4	4	4	4	3	2	2
Capacidade produtiva da linha (%)		70%						
Volume da linha [EFETIVO] (Unids.)		0	7 691	6 201	3 299	954	408	47
Capacidade produtiva Debonding (%)		85%						
Display's reutilizados (Unids.)		0	6 537	5 271	2 804	811	347	40
Proveitos (UM)		0,00	1 190 643,00	960 007,56	510 667,56	147 620,84	63 203,69	7 280,22
Custos (UM)	Materiais Diretos (Consumíveis)	0,00	148 830,37	120 000,95	63 833,44	18 452,61	7 900,46	910,03
	Mão-de-obra Direta	0,00	89 089,00	89 089,00	89 089,00	66 816,75	44 544,50	44 544,50
	Equipamentos	756 456,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Gastos Gerais de Fabrico (Aluguer / Eletricidade / Água)	0,00	89 298,22	72 000,57	38 300,07	11 071,56	4 740,28	546,02
	Amortizações	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18
	Lucro Tributável (UM)	0,00	755 360,22	570 851,87	211 379,87	-56 785,25	-102 046,73	-146 785,50
Imposto sobre Lucro (UM)		0,00	151 072,04	114 170,37	42 275,97	0,00	0,00	0,00
Resultado Líquido (UM)		0,00	604 288,18	456 681,50	169 103,89	0,00	0,00	0,00
MAPA DE FLUXOS DE CAIXA								
Atividades Operacionais	Resultado Líquido (UM)	0,00	604 288,18	456 681,50	169 103,89	0,00	0,00	0,00
	Amortizações (UM)	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18	108 065,18
Atividades Investimento	Investimento em Capital Fixo (ICF) (UM)	-756 456,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Investimento em Fundo de Maneio (IFM) (UM)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Valor Residual ICF (UM)							0,00
	Valor Residual IFM (UM)							0,00
Empréstimos obtidos (UM)								
Reembolso Empréstimos (UM)								
Fluxo de Caixa do Projeto (UM)		-648 391,07	712 353,36	564 746,68	277 169,07	108 065,18	108 065,18	108 065,18
Valor Atual Líquido (VAL) (UM)		-648 391,07	647 593,96	466 732,79	208 241,23	73 809,97	67 099,97	60 999,98
Taxa Interna de Rentabilidade (TIR) (%)		77,89%						
Período de Recuperação do Investimento (PRI)		-648 391,07	63 962,28	628 708,96	905 878,03	1 013 943,21	1 122 008,39	1 230 073,57
								<b>TOTAL</b>